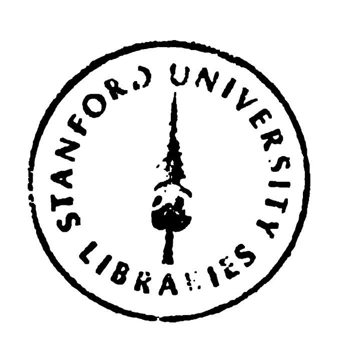

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES





JOURNAL

DES ARMES SPÉCIALES.



Sceaux, impr. de E. Dépée.

JOURNAL



DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS
DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

PAR

J. CORRÉARD,
Ancien Ingénieur.



QUATRIÈME SÉRIE. — TOME XIII. — 27e ANNÉE. — Nos 1 A 6.
Janvier à Juin 1860.

PARIS
LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE
J. CORRÉARD.
Libraire-éditeur et libraire-commissionnaire
RUE SAINT-ANDRÉ DES ARTS, 58.

1860

TRAITÉ DES ARMES

Par le Chevalier J. XYLANDER. — Traduit par le Colonel P. D'HERBELOT.

SUITE

(Voir le numéro de novembre et décembre, page 441).

Charge et Feux.

415. Le service de l'arme se compose de 3 opérations : 1° introduire la charge et le projectile, ce qu'on appelle charger; 2° viser le but; 3° faire feu.

La charge du fusil d'infanterie avec platine percutante s'exécute le plus simplement possible de la manière suivante :

Le soldat, avant de charger l'arme, la tient du côté droit, la crosse vers son pied, le canon en l'air, le canal de la baguette tourné en avant, le pouce de la main droite sur le canon, les autres doigts à la bretelle de l'arme. De cette position préparatoire, la main droite saisit l'arme, la porte vis-à-vis le milieu du corps, la baguette tournée du côté gauche, la passe à gauche, la crosse touchant le petit doigt du pied gauche, la bouche du canon tournée en avant devant le milieu du corps; la main gauche placée entre la boucle du milieu et la boucle inférieure, appuie l'arme contre l'épaule gauche. La droite lève le couvercle de la giberne, prend une cartouche; le soldat la déchire avec les dents de

droite un peu au-dessus de la poudre, en évitant de l'humecter de sa salive. La cartouche étant déchirée, il l'introduit dans le canon, la secoue de manière à faire tomber la poudre et pousse la balle avec l'index. Il tire la baguette de son canal, et bourre par quelques coups frappés rapidement et successivement, de manière qu'il n'y ait pas de vide entre la charge et la balle, ou que, pour certaines armes à feu mentionnées plus loin au n° 417, le vide soit toujours égal.

La baguette étant replacée dans le canal, la main gauche saisit l'arme, le canon tourné vers l'œil dans le haut, et la tient fortement, pendant que la droite bande le chien avec le pouce; cette même main tire et place la capsule sur la cheminée en la pressant fortement avec le pouce; ensuite, elle saisit la poignée de la crosse. Si l'on veut faire feu, on amène, avec la main droite, la crosse vis-à-vis de l'épaule droite, la gauche s'étend le long du bois, sans toucher le canon, vers le centre de gravité. L'arme est abattue en position à peu près horizontale. Le pied droit reculé de 8 à 10 pouces en arrière. Le haut du corps est incliné en avant; l'index de la main droite se porte vers la queue de détente et la tire doucement et insensiblement, de manière à ne pas changer la direction donnée.

416. La principale différence entre le mode de chargement des fusils percutants et celui des fusils à silex, c'est que, dans ces derniers, après avoir déchiré la cartouche, on verse l'amorce dans le bassinet, et qu'ensuite on introduit la cartouche dans le canon. Les chasseurs bourgeois n'ont pas de cartouches, ils portent la charge dans une poire à poudre et la dosent à l'aide d'une mesure cylindrique. Le même mode de chargement s'employait avec la carabine à balle ronde des tirailleurs militaires; la poudre était versée dans le canon; on plaçait la balle avec le calepin fortement suivé, et on enfonçait la balle dans les rayures à l'aide d'un marteau et de la baguette. Plus tard, on s'est aussi servi de cartouches pour la carabine.

417. Pour le chargement des armes rayées usitées aujourd'hui, il faut tenir compte, non-seulement de leur mode de construction, mais aussi de la forme du projectile oblong. On y emploie une charge de poudre plus petite et on doit laisser toujours entre la poudre et la balle un intervalle vide dont les dimensions fixées par l'expérience doivent être maintenues invariablement. Les erreurs peuvent influer défavorablement sur les résultats. Il faut donc donner le plus grand soin au dosage de la charge et au forcement du projectile. Il im-

porte que le sommet de ce projectile soit exactement dans l'axe de l'arme, et à chaque coup de baguette on lui fait faire un tour complet, en la tenant entre le pouce et l'index. Du reste ces armes, munies de platines percutantes, sont chargées avec des cartouches et tirées conformément au mode exposé (§ 415).

418. Quant à ce qui concerne le mousqueton des cavaliers, lorsqu'on l'a dégagé des crochets ou des courroies qui le tiennent, on le passe de la main droite dans le creux de la gauche qui tient les rênes entre les doigts; on verse l'amorce, on introduit la cartouche dans la bouche du canon, on bourre avec la baguette et on fait feu, en appuyant l'arme sur la main gauche ou sur le bras gauche plié. Les pistolets sont extraits des fontes, chargés à peu près de même et tirés d'une main, le bras plié.

419. Le fusil doit-il être employé comme arme de choc, il est saisi à la poignée de la main droite, la main gauche au milieu du bois, et on l'appuie à la hanche droite, de manière que la baïonnette se dirige droit, en bas, ou plus ou moins haut, suivant qu'on doit combattre contre la cavalerie ou l'infanterie. Cette position est favorable soit à l'attaque, soit à la parade.

Tir et portée.

420. Les considérations présentées § 323 sur les armes à feu en général, sont applicables en particulier aux armes à feu portatives.

Celles qui ont rapport à la théorie du but en blanc sont basées principalement sur l'existence d'un angle de mire variable sur le canon ; elles s'appliquent avec exactitude aux armes rayées munies de systèmes disposés à cet effet.

Dans le fusil d'infanterie à canon lisse, on s'est contenté jusqu'à présent, pour faire varier les portées, de viser plus ou moins haut, mais ce genre de tir exige un œil exercé ; il offre plus de difficultés dans son exécution que celui dans lequel on se sert d'une hausse pour faire varier l'angle de mire.

421. En général, le premier point d'intersection de la trajectoire et de la ligne de mire est éloigné de 15 à 21 pas (11 à 16 mètres) de la bouche. On a reconnu par l'expérience que la portée de but en blanc, au deuxième point d'intersection, est de 100 à 200 pas (75,5 à 151 mètres).

La portée de but en blanc du fusil d'infanterie bavarois est de 150 pas (113^{m} 25). A cette distance, on vise directement le point à battre ; à une

distance moindre, de 60 à 80 pas (45m,30 à 60m 40) on vise environ 1 pied (0m 314) au-dessous du but, et de 200 à 300 pas (151m à 226m 5) à peu près un pied au-dessus, à 700 pas (528m 50), la hausse doit être sur l'arme de 1 pouce 4/10 (35 millim.), et à 900 pas (679m 5) de 2 pouces 4/10 (63 millim.), ce qu'il est très-difficile d'apprécier à la simple vue, et la trajectoire décrit une courbe si élevée qu'elle passe en presque tous ses points au-dessus de la hauteur d'un homme.

La portée de but en blanc du mousqueton percutant bavarois est de 70 pas (52 mètres 85) ; celle du pistolet de 25 à 30 pas (18 mètres 88 à 22,65).

Dans la carabine des tirailleurs à tige, on peut se servir de la hausse fixe jusques à 200 et 250 pas (151 mètres et 189) ; au-delà de cette distance jusques à 400 pas (302 mètres) on se sert de la 1re lamette et ensuite de la 2e jusques à 600 pas (453 mètres). Les différences dans les portées tiennent à ce qu'on découvre plus ou moins le guidon par l'encoche de la visière. La portée de la carabine de chasseurs à tige est d'environ 200 pas (151 mètres) en visant par la hausse fixe et le guidon de cuivre. Les lamettes mobiles donnent la hauteur pour les portées de 300,400, jusques à 1000 pas (226

mètres 50 — 302 mètres; — 755 mètres.) On obtient dans les autres pays des portées analogues avec les projectiles oblongs. La tendance générale dans le mode de construction des armes, dans la détermination de la charge, dans le choix de la forme à donner au projectile, est non-seulement d'obtenir une portée considérable et une grande justesse de tir, mais aussi d'obtenir une trajectoire rasante autant que possible, afin que le but soit atteint, même quand on commettrait quelque erreur dans l'estimation de la distance.

Il est très-important pour l'infanterie, particulièrement avec les armes rayées, d'être exercée à apprécier les distances.

On a fondé dans presque tous les États des écoles de tir dans lesquelles sont détachés des différents corps de l'armée des officiers de choix, qui sont ensuite chargés de diriger, dans les corps dont ils font partie, l'exercice du tir des armes portatives.

Probabilité du tir.

422. Tout ce qui a été exposé (§ 322) sur la probabilité du tir et sur les causes qui peuvent la diminuer, s'applique aux armes à feu portatives.

Au dire de Scharnhorst, on a obtenu les résultats suivants, dans le tir sur une cible de 6 pieds (1 mètre 89) de haut et 100 de longueur (31 mètres 40) :

Distances.		Proportion du nombre des balles ayant atteint le but au nombre des balles tirées.
100 pas	(75^{m},50)	2/3 à 3/4
200	(151^{m})	1/2
300	(226^{m},50)	1/4
400	(302^{m})	1/9
500	(377^{m},50)	1/20
600	(453^{m},1)	1/100

Résultat des épreuves avec le fusil d'infanterie bavarois, sur une cible de 10 pieds (3^{m}, 14) de longueur et de 6 pieds (1^{m},884) de hauteur, dans le milieu de laquelle était un parallélogramme de 2 pieds (0,628) de large et de 6 pieds (1^{m},884) de hauteur, dimension d'un homme.

Distances.		Nombre de coups pour 100 ayant porté dans la cible.	Nombre de coups pour 100 ayant porté dans le parallélogr.
90 pas	(67^{m},95)	92	43
150	(113^{m},25)	85	29
210	(158^{m},55)	53	12
300	(226^{m},50)	10	»
400	(302^{m})	7	4

Avec la carabine à balles rondes :

Distances.		Nombre de coups pour 100 ayant porté dans la cible.	dans le parallélogr.
90 pas	(67^m.75)	99	50
150	(113^m,25)	84	25
210	(158^m,55)	50	11
300	(226^m,50)	48	11
400	(302^m)	41	5

Le fusil d'infanterie tirant quatre fois plus rapidement que la carabine à balle sphérique dont le chargement comporte un calepin, on s'explique pourquoi plusieurs États n'ont pas adopté cette carabine. La carabine de rempart doit aussi à 400 pas de distance (302 mètres) avoir au moins quatre fois plus de justesse de tir que la carabine à balles sphériques.

Les résultats obtenus avec les nouvelles armes rayées tirant des balles oblongues sont supérieurs aux précédents.

Résultat du tir effectué en Bavière sur un parallélogramme de la dimension d'un homme, par des soldats complètement équipés, de retour après une marche de six heures.

Distances.		Nombre de coups sur 100 ayant porté avec la carabine à tige de chasseurs	carabine à tiges de tirailleurs.
à 100 pas	(75m,50)	95	94
200	(151m)	70	50
300	(226m,50)	34	11
400	(302m)	22	6
500	(377m,50)	21	2
600	(453m,00)	14	2
700	(528m,50)	10	2
800	(604m)	5	2
900	(679m,50)	4	1
1,000	(755m)	3	»
1,100	(830m,5)	3	»
1,200	(906m,9)	1	»

Les armes à feu des puissances étrangères sont à la hauteur des carabines à tige bavaroises. Les épreuves faites en 1853 en France donnèrent la supériorité aux fusils rayés de voltigeurs, tirant des projectiles expansifs à culot, sur les fusils à tige tirant des balles massives (2 pour 100 de plus de coups portant dans la cible.) Le projectile à culot expansif a eu aussi une supériorité sur celui qui n'avait pas de culot et cette différence a été trois fois plus marquée avec la carabine qu'avec les fusils rayés.

Avec le mousqueton, sur une cible de 20 pieds (6 mètres 287) de longueur et 7 pieds (2,198) de hauteur, ont atteint le but :

à 25 pas	(18^m,88)	sur 100 coups.	100 balles.
50	(37^m,75)	—	91
100	(75^m,50)	—	63
200	(151^m)	—	31

Avec les mousquetons rayés et les balles oblongues en Belgique sur une cible ayant les dimensions d'un homme, ont atteint le but :

à 25 pas	(18^m,88)	sur 100 coups.	96 balles.
50	(37^m,75)	—	69
100	(75^m,50)	—	31
200	(151^m)	—	18
300	(226^m,50)	—	9

Sur la cible (de 20 pieds sur 7) avec pistolets à canon lisse, ont atteint le but ;

à 30 pas	(22^m,65)	sur 50 coups	45 balles.
50	(37^m,75)	—	20
75	(56^m,63)	—	18

Avec pistolets à canon rayé tirant les balles oblongues, sur la cible des dimensions d'un homme (2 pieds sur 6) :

à 25 pas	(18^m,88)	sur 100 coups.	45 balles.
50	(37^m,75)	—	23
75	(56^m,63)	—	11
100	(75^m,50)	—	8
150	(113^m,25)	—	7

D'où l'on peut couclure, qu'à la distance de 100

pas, les pistolets rayés produisent encore plus d'effet que les pistolets lisses à 50 (1).

423. Il y a du reste une grande différence entre le tir suivant qu'il est effectué sur une cible ou dans un combat. A la guerre le soldat d'infanterie fait souvent feu au milieu d'un nuage de fumée. Il a sur lui une charge considérable. On ne peut tenir compte que du premier choc des balles. Celles qui ont ricoché ont perdu leur forme primitive; leur vitesse est considérablement diminuée et on ne peut plus compter sur leur effet. Il importe que la trajectoire soit aussi rasante que possible. Avec le fusil de chasseurs suisse tirant sur un objet élevé de 6 pieds (1 mètre 954) à la distance de 400 pas (302 mètres), sur cette distance 156 pas (117 mètres 8) sont au-dessous de la trajectoire, et dans toute l'étendue des 244 pas (184 mètres 2) restant, le but est balayé. Pour une portée de 600 pas (453 mètres) la trajectoire passe au-dessus du but pen-

(1) Sans doute cette conclusion est motivée sur ce que, avec pistolets à canon lisse, à la distance de 50 pas, 20 coups portent dans une cible de 140 pieds carrés, tandis que en employant ceux à canon rayé, à 100 pas, 8 coups portent dans une cible dont la surface est 12 fois moindre que dans la première. (*Note du traducteur.*)

dant 511 pas (385 mètres 80). Elle balaye une étendue de 89 pas (67 mètres 19.) Pour une portée de 800 pas (604 mètres) la trajectoire passe au-dessus dans l'étendue de 745 pas (563,23). Elle balaye 55 pas (41 mètres 52).

Dans les nouvelles armes Autrichiennes, pour obtenir une portée de 300 pas (226,50), on donne une hausse de 1 1/2 à 2 li.; pour une portée de 600 pas (453 mètres) on donne la plus forte hausse de 8 à 10 li.

Avec les armes rayées belges tirant sur un but de la hauteur d'un homme, le terrain est balayé en avant et en arrière du but.

		Sur une longueur de
pour une portée de	400 pas, (302m)	de 70 à 75 pas (52m,85)
	600 pas, (226m,50)	de 27 pas (20m,38)
	800 pas, (604m)	de 20 pas (15m,10)

424. Le fusil d'infanterie à canon lisse au-delà de 300 pas (226 mètres 50) atteint rarement le but, mais pour toucher un homme à cette distance, il faut tirer au point le plus élevé de la coiffure, et encore plus haut si la distance est plus grande, mais alors la plupart du temps, les points de repère manquent. On doit alors admettre qu'à 300

pas (226 mètres 50) se trouve la limite d'un bon tir avec le fusil d'infanterie, quoique la balle puisse porter à 5 ou 600 pas (377,5 à 453 mètres) et même au-delà : cependant l'emploi de la balle expansive dans les canons lisses proposé par Nessler peut donner à ces armes une grande justesse de tir de 300 à 500 pas (226 mètres 50 à 377 mètres 50.) (§ 403.)

Dans le mousqueton à canon lisse, la limite d'un bon tir est en général de 120 à 150 pas (90 mètres 60 à 113,25). Celle du pistolet est de 50 pas (37 mètres 75). Lorsque ces armes de cavalerie sont munies de rayures et tirées avec des balles oblongues, la justesse du tir est triple. On conçoit qu'elle soit moindre, lorsque le cavalier est monté ; alors dans les conditions les plus favorables, le nombre des coups qui portent est diminué dans le rapport de 7 pour 100.

Avec les carabines à balles sphériques la limite d'un bon tir de la part d'un tireur exercé peut être fixée à 400 pas (302 mètres,) mais après 30 coups, ces armes doivent être nettoyées. Le tir de la carabine des tirailleurs à tige est à petite distance à peu près deux fois, et à grande distance trois fois plus efficace que celui de la carabine à balle sphérique.

La carabine de chasseurs à tige tire à 800 pas (604 mètres), avec une justesse de tir égale à celle que les 2 autres espèces de carabines ont à 400 pas (302 mètres.) Avec la première la limite d'un bon tir est de 1000 (755 mètres) à 1200 pas (906 mètres.) En la comparant au fusil d'infanterie usité jusqu'à présent, on trouve que la justesse de tir de cette nouvelle carabine à tige est double à 200 pas (151 mètres), quintuple à 300 (226 mètres 50) et dix ou douze fois plus grande à 400 (302 mètres.) Le fusil à aiguille, à la distance de 600 pas (453 mètres), possède à peu près la même efficacité de tir que le fusil à tige, mais il a l'avantage de tirer deux coups pendant que le fusil lisse ordinaire ou la carabine à tige n'en tire qu'un seul.

425. Les observations présentées ci-dessus sur la probabilité du tir supposent que le tireur est calme et sur un terrain plat. Dans les feux de tirailleurs, le haut de la cible est plus souvent atteint que dans les feux de peloton et que dans les feux par rang. Les hommes debout atteignent plus souvent une cible étendue que s'ils étaient à genoux, mais ils atteignent moins le haut de la cible. Dans le tir de bas en haut, cette partie supérieure est plus rarement frappée que dans le tir de haut en bas, et

dat et qu'il lui serait difficile de tenir avec fermeté son fusil en joue.

427. La durée d'un fusil à silex ou percutant dépend plus de la platine que du canon. En France, des canons lisses, après un tir de 25,000 coups, se sont trouvés encore de service. Seulement, dans les fusils à silex, la lumière s'était un peu évasée. Les fusils percutants et ceux munis de rayures auront-ils la même durée, particulièrement ceux dans lesquels on emploie le chlorate de potasse? C'est ce que l'avenir seul peut démontrer. Les rayures doivent être ménagées autant que possible, aussi bien dans le chargement que dans le nettoyage; les appareils qui constituent la ligne de mire doivent être soigneusement préservés de dégradation. Chaque arme percutante doit contenir une cheminée de rechange. Le bois est plus fragile que le canon et que les autres pièces; il ne faut jamais en affaiblir les dimensions. En récapitulant les réparations effectuées pendant un laps de temps considérable, on est fixé sur la durée et sur le faible de l'arme. Le mousqueton est souvent dégradé dans le rang par le choc du sabre du voisin. Les pistolets qui ne sont pas fixés aux fontes par des courroies se perdent

[redacted]

aisément dans la chaleur du combat. Les pertes d'armes à feu de toute espèce sont si considérables que, dans les arsenaux, il convient d'avoir en réserve un ou deux fusils par homme. En Belgique, la durée des fusils est fixée à 30 ans, celle des pistolets à 20 ans.

128. Pour ce qui concerne la promptitude des feux (336), des troupes exercées peuvent, avec un fusil d'infanterie, tirer de deux à trois coups par minute. On a avancé, dans les temps modernes, que ce nombre de coups pouvait s'élever jusqu'à six ou sept par minute; mais on doit penser qu'il n'y a alors aucune régularité dans le tir; même le degré de rapidité, indiqué ci-dessus, ne peut se maintenir que peu de temps, soit parce que les hommes se fatiguent, soit parce qu'après soixante coups, les armes s'encrassent et ont besoin d'être nettoyées. Le grand échauffement du canon est moins à craindre. Si l'on tire quarante-quatre coups en 15 minutes, la température d'un canon s'élève de 14 à 64° R. Or, l'inflammation de la charge n'est possible qu'à 200° et plus.

Les fusils à chambre et à tige, qui demandent un certain soin pour l'aplatissement de la balle,

se chargent un peu plus lentement; mais les armes à balles expansives ou compressibles n'exigent pas plus de temps que le fusil d'infanterie. Dans des épreuves faites en Suisse on a tiré 30 coups avec le fusil de chasseurs en 7 minutes; il en fallait 9 avec le fusil Minié. La plus grande rapidité dans l'exécution des feux s'obtient avec les armes qui se chargent par la culasse, ainsi qu'on l'a déjà dit (§ 380 et 387.)

429. L'enfoncement de la balle tirée à la charge ordinaire et à proximité est, d'après des essais de 3 pouces 1/2 à 3 pouces 2/3 (92 à 96 millimètres) dans un bloc de chêne et dans le sapin de 5 pouces (131 millimètres). La force de percussion (337 et 338) est regardée comme étant le produit du poids de la balle par sa vitesse, lorsqu'elle frappe le but. Quand on tire à petite distance, la vitesse initiale peut être mise à la place de la vitesse au moment du choc. Cette vitesse initiale est en général moindre dans les balles oblongues que dans les balles sphériques (426), et on pourrait croire que les premières ont moins de force de percussion; mais il n'en est pas ainsi, d'abord, parce qu'elles surmontent mieux la résistance de l'air, ensuite, parce que, à calibre égal, la balle a un poids à peu

près double. Les balles sphériques traversent :

A 200 pas, (151 m.) 5 à 7 planches de 1 pouce (26,2 mil.).
400 pas (302m) 3 à 5 planches.
600 pas (302m) 2 à 3 —
800 pas (664m) 1 —

Elles s'enfoncent de 2 pieds (628 millimètres) dans la terre damée, et de 3 pieds (942 millimètres) dans la terre non damée. Une muraille de 4 pouces (104,8 millimètres) d'épaisseur n'est pas traversée par les balles de fusil.

Les balles oblongues et lourdes des carabines à tige de chasseurs bavaroises traversent :

à 100 pas	(75m,5)	9 à 10	planches.
200 —	(151m,)	7 à 8	—
400 —	(30m,)	7	—
600 —	(453m,)	5 à 6	—
800 —	(604m,)	4 à 5	—
1,200 —	(906m,)	1	—

En Autriche; la nouvelle balle compressible traverse à 600 pas (453 mètres) 6 planches de 1 pouce (26,2 millimètres). A 2,000 pas (1,510 mètres) elle traverse 2 planches, dont chacune a 3/4 de pouce (environ 20 millimètres) d'épaisseur.

Soins de propreté et de conservation des armes à feu.

430. Il est évident que les meilleurs armes portatives n'auraient pas de durée, si des soins consciencieux et bien entendus ne présidaient à leur emploi. On doit s'attacher à rendre populaires des notions exactes sur l'entretien des armes, et principalement de celles qui sont dans les mains des soldats. Il importe que ceux-ci mettent de l'émulation à conserver leurs armes en bon état autant que possible. Ce résultat doit être atteint, si l'arme, après avoir servi, est bien nettoyée; si elle est munie d'un bouchon destiné à la préserver de la poussière; si on ne laisse pas séjourner la rouille, et si on abat le chien aussi longtemps que possible, pour que le grand ressort ne s'affaiblisse pas. Il y a lieu de recommander d'éviter de nettoyer complètement et de démonter le fusil pour ne pas faire perdre aux boucles leur position fixe, et ne pas user les vis. La chute de l'arme, le jeu donné à la baïonnette, aux boucles, à la baguette pour faire résonner, ne doivent pas être tolérés. Si

[redacted]

des réparations sont devenues indispensables, elles doivent être faites aussitôt que possible par un habile armurier attaché à chaque division de l'armée. Sont-elles devenues nécessaires par l'usure, elles sont au compte de l'État. Proviennent-elle de mauvaise volonté ou de maladresse, elles sont au compte du coupable.

431. Les armes ont-elles besoin d'un nettoyage partiel ou complet, on doit les démonter, et pour ménager l'arme, l'expérience a fait adopter l'ordre suivant : 1° la baïonnette; 2° la baguette; 3° la cheminée; 4° les deux grandes vis de platine, avec le porte-vis et la platine; 5° les courroies, bretelles; 6° l'embouchoir, la grenadière et la capucine; 7° la vis de culasse; 8° le canon; 9° la sous-garde, et 10° la pièce de détente, avec la détente. Toutefois les deux dernières pièces doivent être démontées aussi rarement que possible. La plaque de couche, le ressort de baguette et les ressorts de boucles doivent toujours rester au bois, et la culasse n'être démontée que par un armurier.

432. La platine se démonte dans l'ordre suivant : 1° le chien abattu, le ressort de gachette avec sa vis; 2° la vis de gachette et la gachette; 3° le grand ressort serré par la vis du monte-ressort, la vis de

employées de longtemps se conservent dans un magasin clair, disposé de telle sorte que ni l'humidité, ni la poussière, ni la chaleur du soleil, ni celles de poêles, ne puissent devenir préjudiciables. Avant de déposer les armes au magasin, on a soin, dans quelques pays, d'enduire extérieurement les pièces de fer ou d'acier, après les avoir dérouillées, d'une couche épaisse de graisse composée de parties égales de cire et d'huile. On les place sur des râteliers qui ne soient pas attaquables par les vers, s'ils sont en bois, et occupent le moins possible d'espace pour permettre de reconnaître aisément le nombre et l'espèce des armes.

Notions sur les différents modèles d'armes à feu portatives adoptés en France.

Il a déjà été fait mention précédemment (voir la notice historique) des modèles d'armes mis en service, à diverses époques, dans l'infanterie française. On présente ci-dessous quelques notions sur ceux de ces modèles qui ont été en usage en France depuis l'adoption du système percutant.

Fusils d'infanterie.

Fusil, modèle 1840. — Canon composé de deux parties, canon proprement dit portant un guidon ; tonnerre taraudé intérieurement ; culasse à chambre s'adaptant au canon et sur laquelle est vissée la cheminée. Cette culasse est munie d'une hausse ou visière et contient le canal de lumière.

Platine, modèle 1840, à un seul ressort et à chaînettes, cran de sûreté taillé dans la noix.

Fusil, modèle 1842. — Canon avec boîte taraudée pour le bouton de culasse ; masselotte soudée

sur le tonnerre arasant le pan latéral droit et contenant un trou taraudé pour la cheminée; canal de lumière.

Le canon est muni d'une hausse vers la culasse et d'un guidon brasé près la bouche.

Platine, modèle 1840, remplacée plus tard par la platine modèle 1847 qui ne diffère de la précédente que par la position du talon de la noix et par l'écartement moindre des cylindres de la bride.

Calibre de l'arme, 18 millimètres.

Diamètre de la balle, 16,7 milimètres.

Poids de la balle, 27 grammes.

Poids de la charge de poudre, 9 grammes.

But en blanc à 150 mètres.

Modèles de fusils à silex transformés à percussion.

Le fusil, modèle 1822, à silex a subi successivement deux modes de transformation. Dans le premier mode, le canon coupé et taraudé intérieurement vers le tonnerre, recevait une culasse à chambre que l'on vissait, et qui était semblable à celle du modèle 1840. Ce mode a été remplacé

[redacted]

par un autre, dans lequel on a conservé la culasse modèle 1822; on a percé et taraudé le tonnerre pour recevoir le grain d'acier destiné à fournir la masselotte, on y a vissé le grain dans lequel le logement de la cheminée a été percé et taraudé. On a percé le canal de lumière et bouché l'ancienne lumière. On a ménagé de forge sur la queue de culasse une hausse et brasé un guidon vers la bouche du canon; le chien changé n'a plus de pierre et a une tête évidée; la batterie et le ressort de batterie sont supprimés dans la platine.

Fusil, modèle 1853, différent du modèle 1842, en ce que le calibre du canon est réduit à 17,8 millimètres et parce que la masselotte soudée sur le tonnerre est en saillie sur le pan latéral droit au lieu de l'arraser.

Fusil, modèle 1842, transformé, et muni de quatre rayures, comme dans le modèle 1857 ci-après :

Poids de la charge 4 g., 5; poids de la balle 32 g.

But en blanc porté à 200 mètres.

Fusil, modèle 1854, adopté pour la garde impériale; il diffère du modèle 1853, seulement par les points suivants :

Canon rayé, très-légèrement évasé à la bouche;

quatre rayures progressives du tonnerre à la bouche $0^{mm},5$ à $0^{mm},1$.

Inclinaison des rayures, un tour sur 2 mètres.

Direction de gauche à droite, hausse plus élevée, baguette évidée en calotte sphérique.

CALIBRE..	de l'arme.......	17 mm. 8	Les dimensions et poids indiqués ci-contre se rapportent au fusil de voltigeur. Le fusil de grenadier a une longueur de canon plus grande de 54 mm. et un poids plus fort de 70 grammes.
	de la balle......	17 mm. 2	
LONGUEUR.	du canon depuis la tranche de la bouche, jusqu'à la tranche du tonnière...........	1 m. 020	
POIDS....	de l'arme sans baïonnette...........	4 k. 240	
	de l'arme avec baïonnette...........	4 k. 580	
	de la charge......	4 gr. 50	
	de la balle.......	36 gr.	

But en blanc à 200 mètres.

Fusil, modèle 1857, destiné à l'infanterie de ligne. Il diffère peu du modèle 1854 pour voltigeurs.

Les quatre rayures ont une profondeur uniforme de 0,2 millimètres.

La baguette est à tête plate, la baïonnette doit être quadrangulaire et sa longueur est augmentée pour compenser la diminution de longueur du canon.

[redacted]

Carabine.

Carabine de tirailleurs à la Pontcharra, modèle 1837, canon de 87 centimètres ; calibre du canon de 17 millimètres ; diamètre de la balle 16 millimètres 5 ; forcement par le choc de la baguette. — Cartouche en papier avec sabot en bois et calepin graissé ; 4 grammes de poudre ; 6 rayures rondes ; culasse à chambre. But en blanc à 150 mètres. — Platine à chaînette. — Baïonnette-sabre.

Grosse carabine ou fusil de rempart, modèle 1838 (pour compagnie d'élite des bataillons de chasseurs), a donné naissance 1° au fusil de rempart modèle 1842, 2° au fusil de rempart allégé (modèle 1840) qui ne devait servir que dans les places.

Carabine modèle 1840, dite de *munition*. — Canon de 84 centimètres. — Calibre de 17 millimètres, 4 rayures larges de 7 millimètres et profondes de 0 millimètre, 5. — Cartouche à sabot ; — 7 grammes de poudre. Hausse fixe et hausse mobile correspondant à 300, 400, 500, 550 mètres. — Platine d'infanterie, modèle 1840. — Sabre-baïonnette en forme de yatagan.

Carabine modèle 1842. — Calibre de 17 milli-

mètres 5. — 4 rayures. — Culasse à chambre. — Charge réduite à 6 g. 25.

Fusil de rempart, modèle 1842. — Calibre de 20 millimètres 5 ; longueur 81 centimètres, non compris la culasse ; 6 rayures. — Profondeur uniforme de 0, 5 millimètres, largeur 3 millimètres, culasse à chambre. — Platine d'infanterie modèle 1840.

Fusil de rempart allégé, modèle 1840, pour l'armement des places — (diffère du précédent en ce qu'il n'a pas de baïonnette).

Carabine à tige, modèle 1846 ; longueur du canon, 868 millimètres ; calibre, 17,8 ; 4 rayures progressives de 0 millimètres 5 à 0 millimètres ; hausse à charnière ; sabre-baïonnette, modèle 1842 ; platine modèle 1840 ; longueur de l'arme sans sabre-baïonnette, 1262 millimètres ; avec sabre, 183— millimètres ; poids sans sabre-baïonnette, 4 k., 475 poids avec sabre-baïonnette, 5 k. 290 ; calibre de la balle oblongue, 17 millimètre, 2 ; longueur de la balle, 29 millimètres ; poids de la balle 47 gr. 5 ; poids de la charge, 4 gr. 5.

A la distance de 1000 mètres, en donnant une hausse de 86 millimètres, sur 100 coups tirés dans des épreuves, 17,50 ont atteint un but de 2 mètres

de hauteur sur 8 mètres de largeur. La Carabine à tige modèle 1853, ne diffère de celle modèle 1846 que par des modifications analogues à celles indiquées pour le fusil 1853; platine modèle 1847.

La carabine, modèle 1853, doit être remplacée par une carabine sans tige, à *balle évidée*.

Fusils de dragon, modèle 1842 et 1853, diffèrent des fusils d'infanterie 1842 et 1853 par la longueur moindre du canon, les garnitures en laiton et le manque de baïonnette.

Mousquetons et pistolets.

Mousquetons de gendarmerie, modèles 1842 et 1853; grenadière ayant la forme d'une capucine, pas de capucine. Ils diffèrent des modèles de fusils correspondants (1842-1853) par la longueur moindre du canon et par le calibre qui n'est que de 17^{mm} 6.

Mousqueton de gendarmerie, modèle 1854. — Calibre 17^{mm},8. — Longueur du canon 0^{m},758; 4 rayures progressives de 0^{mm},4 à 0^{mm},1,

Il n'y a point eu de modèles nouveaux pour mousquetons de cavalerie et d'artillerie, ni pour pistolets de cavalerie. Le mousqueton et le pistolet de cavalerie (modèle de 1822) ont été transformés

au système percutant. Il en est de même du mousqueton d'artillerie, modèle 1829, qui de plus a été muni de 4 rayures progressives de 0 millimètres 5 à 0 millimètres 2. On lui a donné un sabre-baïonnette, modèle 1842.

Pistolet de gendarmerie, modèle 1842 ; longueur du canon, 128 millimètres 5 ; calibre 15 millimètres 2 ; diamètre de la balle, 14 millimètres 7 ; poids, 19 gr. 2 ; poids de la charge, 1 gr. 5.

Ce pistolet a été légèrement modifié en 1848. On a changé les formes du chien.

On voit par ce qui précède que, à partir de 1840, (dans l'espace de 20 ans), 5 modèles neufs de fusil et 5 de carabine ont été successivement adoptés, tandis que, de 1777 à 1840, dans un laps de temps de 63 ans, il n'avait surgi que 2 modèles neufs (1816 et 1822).

Ainsi, depuis l'adoption du mode percutant, l'attention s'est portée sur l'industrie des armes portatives. De nombreuses épreuves ont été effectuées, les portées et la justesse du tir ont été sensiblement augmentées. Quels que soient du reste les progrès déjà effectués, l'impulsion est donnée, et il y a tout lieu de croire que l'on obtiendra encore d'importantes am[illegible] l'armement.



EXPÉRIENCES

SUR LE

MARTEAU PILON A CAME ET A RESSORTS.

[redacted]

EXPÉRIENCES

SUR LE

MARTEAU PILON A CAME ET A RESSORTS

DE M. SCHMERBER

ET SUR LA DURETÉ DES CORPS.

Par M. E. CLARINVAL, capitaine d'artillerie,

Ancien élève de l'École Polytechnique, professeur de mécanique à l'École d'Application de l'artillerie et du génie, membre de l'académie Stanislas, de la société industrielle de Mulhouse, de la société industrielle de Reims, chevalier de Saint-Grégoire-le-Grand,

---

PRÉLIMINAIRES.

BUT DE CE MÉMOIRE.

Un ingénieur civil, monsieur Schmerber, a doté l'industrie, en 1848, d'un marteau-pilon que l'on rencontre aujourd'hui dans presque tous les ateliers. Aucun travail n'ayant encore paru sur cette machine, je me suis proposé, dans l'intérêt du cours dont je suis chargé à l'école d'application de l'artillerie et du génie, de déterminer son effet utile ainsi que la quantité de travail moteur qu'elle consomme, et par suite de connaître son rendement.

Je dois remercier ici monsieur le capitaine d'artillerie Duterme, qui a bien voulu, comme dans mes études sur le forage des métaux, me venir en

aide dans la partie expérimentale de ce travail, ainsi que MM. Dietz et Thouvenin, ingénieurs des ateliers du chemin de fer de l'Est établis à Montigny-les-Metz, qui ont, avec une grande obligeance, mis à ma disposition tout ce qui était nécessaire pour arriver au but que je me proposais.

Enfin on verra que l'étude de ce marteau m'a naturellement amené à étudier la loi de la dureté du plomb, et à proposer une méthode propre à déterminer celle des autres corps.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU MARTEAU SCHMERBER.

Description du marteau Schmerber; ses propriétés et son emploi dans l'industrie.

La figure (1) représente à l'échelle de 1/10 un marteau Schmerber qui fonctionne depuis plusieurs années aux ateliers de Montigny.

On voit qu'une came C montée sur un arbre horizontal, auquel le mouvement de rotation est transmis à l'aide d'une poulie P et d'une courroie, vient agir d'abord par choc et ensuite par pres-



sion sur le fond d'une boîte B reliée à la masse du marteau convenablement évidé pour le passage de la came.

M. Schmerber a construit cette boîte de manière à éviter, du moins en grande partie, la perte de forces vives qui provient toujours de la transmission du mouvement par le choc ; sur le culot *c'* repose la tête d'une tige de fer *ab* qui traverse une série de rondelles en caoutchouc superposées mais séparées les unes des autres par des disques métalliques (Voir la coupe fig. 2). Il résulte de cette disposition que les rondelles élastiques, comprimées tout d'abord par l'action de la came, se détendent ensuite et contribuent au soulèvement du marteau, en restituant une partie notable du travail absorbé par la compression.

Le marteau, soulevé par la came, est dirigé dans son mouvement par les deux montants verticaux V ; si l'apppareil se réduisait à ce qui précède, la masse M s'élèverait par suite de la vitesse avec laquelle tourne la came, monterait à une assez grande hauteur, puis retomberait comme un corps sollicité par la pesanteur ; mais le constructeur a préféré limiter la marche ascensionnelle du mar-

coups donnant ces profondeurs, j'ai mis en regard les hauteurs de chute équivalentes (on pourra vérifier ces résultats en sachant que le tracé de la came permettait d'élever ainsi le marteau à chaque coup à 0^{m}, 20 au-dessus de l'enclume et en tenant compte des profondeurs d'impression).

TABLEAU N° I.

Expériences sur la compression du plomb en annulant le rôle du renvoi élastique.

NOMBRE de COUPS.	PROFONDEUR totale des impressions (en millimètres) provenant du nombre de coups indiqués.	HAUTEURS de chute équivalentes en mètres.	OBSERVATIONS.
10	6,50	2,03	La panne du
15	10,00	3,05	marteau avait
20	13,00	4,07	0^{m},07 sur 0^{m},04
25	15,00	5,88	
30	16,50	6,00	

Ces expériences ont permis de construire une

la trace qu'a laissée le marteau dans l'enclume ; en passant du poids au volume liquide, on a celui de l'impression, et comme celle-ci a pour section droite la surface de la panne, on obtient, par un calcul fort simple, la profondeur cherchée. Il faut avoir soin, bien entendu, de ne pas employer un liquide susceptible d'attaquer le métal. Le plomb qui a servi aux expériences est connu dans le commerce sous le nom de Plomb de France ; il est assez pur et coûte 63 fr. les 100 kilogrammes.

courbe ayant pour abscisses les profondeurs d'impression, et pour ordonnées les hauteurs de chute indiquées dans le tableau.

Cette courbe peut servir à déterminer la hauteur de chute nécessaire pour obtenir avec le marteau étudié une impression déterminée comprise toutefois entre 6 mill. 50 et 16 mill. 50.

J'ai fait marcher ensuite le marteau à l'aide de la machine à vapeur qui le mène d'ordinaire et dans les conditions de son travail journalier; il battait 126 coups en une minute, et s'élevait par suite de la vitesse de la came à une hauteur moyenne de $0^m,29$ au-dessus de l'enclume (tandis que précédemment en tournant le volant à la main, il ne s'élevait qu'à $0^m,20$).

Dans ces expériences, la boîte inférieure venait donc frapper la boîte supérieure, et par suite l'impression obtenue dans l'enclume de plomb provenait non-seulement de la hauteur dont tombait le marteau, mais aussi de l'influence du renvoi élastique.

Le tableau suivant indique les enfoncements obtenus dans le plomb après 5, 10, 14 et 19 coups

ainsi que les hauteurs de chute dont le marteau est tombé dans chacune de ces périodes.

TABLEAU N° 2.

Expériences sur la compression du plomb en utilisant le renvoi élastique.

NOMBRE de COUPS.	PROFONDEUR d'impressions (en millimètres) provenant du nombre de coups indiqués.	HAUTEURS de chute équivalentes en mètres.	OBSERVATIONS.
5	8,50	1,490	
10	11,50	2,990	
14	14,00	4,184	
19	16,00	5,400	

Les hauteurs de chute indiquées dans la 3e colonne sont celles dont le marteau tombait, et par suite, ce ne sont pas celles qui produisent réellement les impressions indiquées, car à leur effet s'est joint celui du renvoi élastique.

Pour avoir les hauteurs réelles qui produiraient les enfoncements indiqués, il faut se servir de la courbe relative aux expériences n° 1, et chercher les ordonnées correspondantes aux abscisses :

8. 50 11. 50 14. 00 16. 00

des expériences n° 2.

Le tracé donne pour : (fig. 4, planche 2.)

8. 50	des hauteurs de	2.m 60.
11. 50	—	3. 50.
14. 00	—	4. 60.
16. 00	—	5. 78.

Donc les quantités :

2.m 60 — 1.m 49	ou	1.m 11.
3. 50 — 2. 99	—	0. 51.
4. 60 — 4. 184	—	0. 42.
5. 78 — 5. 40	—	0. 38.

indiquent en hauteurs de chute l'influence du renvoi élastique ; du reste, en traçant les deux courbes, la partie de l'ordonnée comprise entre elles représente pour chaque abscisse, c'est-à-dire pour chaque profondeur d'impression, l'augmentation de chute produite par le renvoi.

Ce tracé donne, pour des enfoncements de :

8,50	des augmentations de chute de	1,m11
10,00		0, 78
11,50		0, 50
13,00		0, 35
14,00		0, 42
15,00		0, 35
16,00		0, 38

Concluons de là que :

L'influence du renvoi élastique diminue rapide-

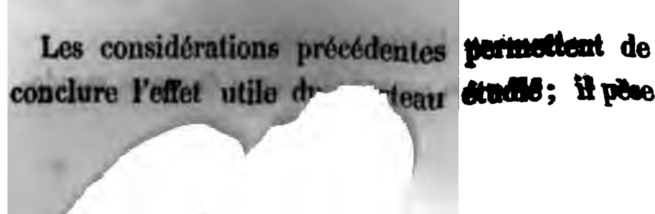
ment avec le nombre de coups, que son minimum paraît être atteint vers le 14e coup et avoir à partir de cet instant une valeur constante en chute de 0^m,08, environ par coup.

Cette diminution provient de ce que la grande rapidité du mouvement ne permet pas au caoutchouc de reprendre sa forme primitive dans l'intervalle de deux coups consécutifs.

Ces résultats sont parfaitement d'accord avec les remarques des chefs d'ateliers qui reprochent à cet appareil la prompte altération des rondelles. Les ingénieurs de Montigny m'ont affirmé qu'on était obligé d'en remplacer tous les jours au moins une, et souvent deux et trois ; on se fera une idée des frais qu'occasionne un pareil marteau, quand on saura qu'une rondelle coûte 2 fr. 10 c.

Cet inconvénient a même décidé les ingénieurs des forges d'Hayange à transformer en marteau-pilon à vapeur un marteau du système Schmerber.

3°. — *Mesure de l'effet utile.*



Les considérations précédentes permettent de conclure l'effet utile d[illegible]teau étudié ; il pèse

[redacted]

106 kilogramme, par suite l'ensemble

des 5 premiers	coups	fournit un	effet utile de	106×2,60=275 km.	60
10	—	—	—	106×3,50=371,	00
14	—	—	—	106×4,60=487,	60
19	—	—	—	106×5,78=612,	60

Ce qui donne en moyenne pour un coup compris

dans les 5 premiers	un	effet	utile de............	55 km.	12
10	—	—	—	37,	10
14	—	—	—	34,	80
19	—	—	—	33,	24

On devait s'attendre à cette décroissance après les détails qui précèdent sur l'influence du renvoi. J'ai fait, dans ce calcul, abstraction du frottement du marteau dans ses guides, vu sa faible valeur.

4°. — *Mesure du travail moteur.*

Le travail moteur nécessaire pour faire marcher le marteau, a été obtenu à l'aide du dynamomètre de rotation, que monsieur le général d'artillerie Morin avait mis à ma disposition pour les expériences sur le forage des métaux.

Le marteau battant 126 coups par minute, j'ai

fait trois séries d'expériences, et j'ai obtenu successivement les moyennes suivantes pour le travail moteur dépensé en 1″ :

1re série.	121km,40.
2e série.	120, 97.
3e série.	131, 25.

On peut donc admettre que le marteau de Montigny consomme 124 kilogrammètres 54 ou 1, 66 cheval vapeur par seconde.

Monsieur le général Poncelet, dans le cours de mécanique qu'il a fait à l'école d'application de l'artillerie et du génie, a donné une savante théorie des pilons et des marteaux. Cette théorie, d'après les calculs de M. le général Morin et de M. le lieutenant colonel Virlet, permet d'évaluer exactement le travail dépensé par les anciens marteaux à soulèvement.

Appliquée au cas actuel, elle a donné 1, 51 cheval vapeur; un plus grand accord de la théorie avec la pratique est à peu près impossible, surtout si l'on remarque que la valeur à attribuer aux coefficients de frottement que contient la formule, offre toujours une certaine latitude.



5°. — *Rendement du marteau de Montigny.*

Si l'on compare le travail utile et le travail moteur, on trouvera, d'après ce qui précède, des rendements très-variables avec le nombre de coups de marteau.

Ainsi le travail utile du marteau, en considérant les 5 premiers coups, est de 115 km. 80 par seconde; si l'on considère les dix premiers coups, il n'est plus que de 79 km. 20; pour 14 coups, on a 73 km. 06; pour 19, 68 km. 06; enfin, après un nombre infini de coups, on aurait 62 km. 33.

Ces nombres se concluent trop facilement du tableau n° 2 pour qu'il soit nécessaire de développer ici les calculs.

Il résulte de là que le rendement du marteau est :

Pour un travail de	2', 4.	0, 92
	4', 7.	0, 63
	6', 6.	0, 59
	9", 0.	0, 54

Le rendement ira en diminuant à mesure que l'on considérera des périodes plus longues de tra-

en caoutchouc évidé dans son axe pour recevoir un ressort à boudin ; le cylindre est garni extérieurement de toile et consolidé par des cercles en fer. (Fig. 3, planche 1.)

L'idée du ressort métallique paraît avantageuse, seulement on peut reprocher à ce système de ne plus permettre le remplacement d'une rondelle séparée; le moindre accident exige un nouveau cylindre, et par suite entraîne à de grands frais.

La solution du problème me paraît être dans l'emploi simultané de ressorts métalliques en excluant entièrement le caoutchouc, mais cette voie paraît être abandonnée par l'auteur qui vient d'offrir à l'industrie un troisième système de renvoi.

Le marteau est alors fixé à un piston qui se meut dans un cylindre à vapeur ; l'élévation est toujours produite par une came, tandis qu'un excentrique placé sur son arbre, fait marcher un tiroir qui permet, quand le piston est arrivé au haut de sa course, l'introduction d'une certaine quantité de vapeur pour rabattre le marteau sur la pièce à forger.

Je n'ai rencontré ce nouveau mécanisme dans aucune usine, et par conséquent je n'ai pu encore en apprécier le[illegible]s, mais il paraît, à priori,

[redacted]

le propre à augmenter considérablement à la fois la force et la fréquence des coups.

Enfin, pour donner une idée exacte des marteaux Schmerber, j'ajouterai que ce mécanicien emploie deux tracés différents pour la came ; tantôt elle a la forme d'une développante de cercle et alors elle agit, comme le représente la figure (1), sur une botte élastique ; tantôt elle affecte la forme d'une spirale d'Archimède, n'élève le marteau qu'à une très-faible hauteur et n'exige plus alors l'emploi de la botte inférieure.

Ce dernier tracé permet d'augmenter considérablement le nombre de coups du marteau, il peut atteindre le chiffre de 400 en une minute, tandis que l'on doit considérer 180 comme la limite supérieure du nombre de coups admissible avec le tracé en développante. Enfin, dans tous les cas, on peut faire varier le nombre de coups, sans agir sur le moteur, en donnant plus ou moins de prise à la courroie sur la poulie de transmission.

9°. — *Indications pratiques sur le marteau Schmerber, publiées par M. Armengaud.*

Au mois de juillet 1859, M. Armengaud, dans le

recueil intitulé : *Génie industriel*, a donné un tableau de force approximative qu'exigent les divers systèmes de marteaux Schmerber ; je le reproduis ici pour montrer jusqu'à quel point il est confirmé par les expériences décrites précédemment.

TABLEAU N° 8.

Renseignements pratiques sur le marteau Schmerber, publiés par M. Armengaud.

DIVERS SYSTÈMES.	POIDS. des PILONS.	FORCE MOTRICE approximative EN CHEVAUX.	NOMBRE DE COUPS par minute.
1er système représenté par les figures 1 et 2.	45 k. à 50 k.	0,75	180
	85 à 95	1,50	160
	160 à 180	2,50	130
	240 à 260	3,50	115
	350 à 380	6,00	»
	550 à 650	8,00	»
2e système sans boîte inférieure.	130 à 180	6 à 8	280 à 300
	70 a 90	3 à 5	300 à 350
	40 à 50	2 à 3 5	300 à 500
3e système, renvoi à vapeur.	130 à 180	6 à 8	280 à 300
	70 à 90	4 à 5	300 à 400

Le cas du marteau de Montigny, pesant 106 kilogrammes, et battant 126 coups en 1', n'est pas compris dans ce tableau.

Si l'on conclut le travail nécessaire pour le faire marcher, en supposant des différences proportionnelles, on trouve 1, 60 cheval vapeur, au lieu de 1, 66 ; ce résultat peut faire supposer que les nombres incrits dans la 3e colonne sont suffisamment exacts pour les besoins des ateliers quoique peut-être un peu faibles ; du reste ils ne sont donnés par l'auteur que comme approximatifs.

CHAPITRE IV.

CONSÉQUENCES A DÉDUIRE DES EXPÉRIENCES PRÉCÉDENTES RELATIVEMENT A LA DURETÉ DU PLOMB.

10. ***Marche à suivre pour déterminer la loi de la résistance du plomb à l'impression.***

Les expériences précédentes permettent de conclure la résistance qu'oppose le plomb à l'impression du marteau.

Si l'on désigne par :

P, le poids du marteau en kilogrammes ;

H, la hauteur de chute en mètres ;

S, la surface de la panne en mètres carrés ;

E, la profondeur de l'impression évaluée désormais en mètres.

K, la résistance en kilogrammes offerte par le plomb pour un mètre carré ;

il est clair que dans le cas où le renvoi élastique ne fonctionne pas, on a :

$$PH = KSE.$$

en faisant, toutefois, abstraction du frottement du marteau dans la glissière pendant la période de descente et de l'élasticité des fondations.

En appliquant cette équation aux expériences mentionnées dans le tableau N° 1, on peut déterminer les valeurs de K correspondantes aux diverses profondeurs d'impression.

TABLEAU N° 4.

Valeurs de la résistance offerte par le plomb à la pénétration.

POIDS du MARTEAU en kilogr.	VALEUR de S en mètres carrés.	VALEURS de H en mètres.	VALEURS de C en mètres.	RÉSISTANCE par MÈTRE CARRÉ en kilogrammes.
106	0,0028	2,03	0,0068	11,137,605
		3,05	0,0100	11,470,714
		4,07	0,0130	12,541,324
		5,08	0,0150	12,945,238
		6,09	0,0165	13,926,639

Afin d'avoir un tableau plus complet, on peut construire une courbe ayant pour abscisses les valeurs précédentes de H et pour ordonnées les valeurs correspondantes de K et en déduire les valeurs de K, correspondant à une valeur de H comprise entre 2^m, 00, et 6^m, 07, et par suite à des valeurs de E comprises entre 0^m, 0068 et 0^m, 0165.

Comme le tracé de cette courbe offrirait des difficultés à cause des nombres énormes que représente K, il est plus simple en désignant par :

$$K_1 \quad K_2 \quad K_3 \quad K_4 \text{ et } K_5$$

ses diverses valeurs, de prendre pour ordonnées les rapports

$$\frac{K_2}{K_1} \quad \frac{K_3}{K_1} \quad \frac{K_4}{K_1} \quad \frac{K_5}{K_1}$$

On a :

$$\frac{K_2}{K_1} = 1{,}03$$

$$\frac{K_3}{K_1} = 1{,}13$$

$$\frac{K_4}{K_1} = 1{,}17$$

$$\frac{K_5}{K_1} = 1{,}25$$

Le tracé d'une courbe permet tout d'abord de rectifier ces nombres et de leur substituer :

1,06 1,12 1,19 et 1,25

Cela fait, en construisant la courbe définitive ayant H pour abscisse et ces derniers nombres pour ordonnées, si l'on porte sur la ligne des abscisses les longueurs

$2^{m},60$ $3^{m},50$ $4^{m},60$ $5^{m},78$

correspondantes aux enfoncements obtenus dans les expériences N° 2, on trouve les ordonnées :

1,03 1,095 1,15 1,23

Et repassant de là aux véritables valeurs de K, on obtient le tableau suivant qui montre combien la dureté augmente avec la profondeur.

TABLEAU N° 5.

Valeur de la résistance offerte par le plomb à la pénétration.

ENFONCEMENTS e évalués en millimètres.	RÉSISTANCE du plomb à la pénétration par millimètre carré.
6,89	11 k. 137 607
8,50	11, 471 733
10,00	11, 805 861
11,50	12, 139 989
13,00	12, 585 493
14,00	12, 808 245
15,00	13, 030 997
16,00	13, 709 254
16,50	13, 926 639

L'appareil n'a pas permis de donner plus d'extension aux observations.

La surface de la panne était, comme il a été dit précédemment, un rectangle ayant, 0^m, 07 sur 0^m, 04 ; l'expérience m'a prouvé, en changeant de panne, que la valeur de K est indépendante de sa forme, à condition toutefois qu'elle reste plane.

Le nombre K n'a pas varié avec la dimension

de la panne ; si sa surface double, E diminue de moitié.

11. — *Mesure de la résistance à la pénétration des divers corps.*

Le nombre K paraît donc très-propre à mesurer la résistance à la pénétration du plomb, et ce métal étant pris pour terme de comparaison, on pourra mesurer les résistances à l'impression des différents corps ; car, pour un même travail mécanique dépensé, les coefficients de résistance à la pénétration de deux corps différents seront en raison inverse des profondeurs de pénétration.

12. — *Expériences sur la résistance à la pénétration de l'étain.*

Cette méthode a été appliquée à la recherche de la résistance à la pénétration de l'étain ; le mode d'expérimentation a été absolument le même que celui qui a servi à établir le tableau n° 1 ; j'ai fait tomber le marteau dans des enclumes d'étain en tournant lentement le volant à la main, et par suite annulant le renvoi élastique.

Ces expériences ont permis de former le tableau suivant :

TABLEAU N° 6.

Résistance de l'étain à la pénétration.

NUMÉRO des EXPÉRIENCES.	NOMBRE DE COUPS dans CHAQUE EXPÉRIENCE.	ENFONCEMENTS correspondants EN MILLIMÈTRES.
1	5	2,00
2	10	2,50
3	15	2,80
4	20	3,00

De la comparaison de ces résultats avec ceux du tableau n° 1, il suit que le coefficient K de la résistance de l'étain à la pénétration est environ quatre fois plus grand que celui du plomb.

Je n'ai pu analyser l'étain qui a servi à cette expérience, et par suite déterminer son degré de pureté. — Cet étain est connu sous le nom d'étain Banca. C'est le plus cher de ceux que le commerce emploie ; il coûte 375 fr. les 100 kilogrammes.

13. — *Mesure de la résistance à la pénétration du fer amené au blanc soudant.*

Enfin, j'ai opéré sur du fer de bandage des ateliers de Montigny, fer que l'on doit considérer comme très-dur (1) ; l'action du marteau sur ce fer chauffé au blanc soudant a donné les résultats suivants :

TABLEAU N° 7.

Résistance à la pénétration du fer dur chauffé au blanc soudant.

NUMÉRO des EXPÉRIENCES.	NOMBRE DE COUPS dans CHAQUE EXPÉRIENCE.	ENFONCEMENTS correspondants EN MILLIMÈTRES.
1	10	4,5
2	20	5,5
3	30	6,5

La dureté du plomb étant représentée par 1, celle

(1) La dureté de ce fer a été mise en évidence par les expériences que j'ai faites sur le forage des métaux.

du fer ainsi chauffé est donc successivement

1. 4 2. 4 2. 5.

Cette augmentation dans la dureté provient aussi évidemment du refroidissement du métal qui, à la fin des expériences, était passé au rouge clair.

CHAPITRE V

EXAMEN DES MÉTHODES PROPOSÉES OU EMPLOYÉES ANTÉRIEUREMENT POUR MESURER LA DURETÉ DES CORPS.

14. — *Théorie de de Prony.*

De Prony, dans son architecture hydraulique, propose une formule pour mesurer la dureté des corps.

Partant de considérations analytiques très-complexes, qu'il serait trop long de reproduire ici, ce savant géomètre arrive à la formule :

$$\rho = \frac{f\,(k+z)}{\int \Sigma\, dz}$$

ρ est la dureté du corps.

f la quantité de mouvement qu'acquiert un corps dur sous l'action de la pesanteur dans l'unité du temps.

h la hauteur de chute d'un corps dur sur un corps mou immobile.

z la profondeur de l'impression dans le corps mou.

Σ l'aire de cette impression.

On voit que cette formule n'est autre que celle que j'ai employée en la déduisant du principe de l'égalité du travail de l'action et de la réaction.

15. — *Expériences de MM. Croce-Calvert et Richard Johnson.*

La société littéraire et philosophique de Manchester, a publié en 1858, quelques résultats expérimentaux, obtenus par MM. Croce-Calvert et Richard Johnson, dans le but de déterminer la dureté des métaux et de leurs alliages.

Ces deux auteurs, examinant d'abord la définition de la dureté des corps, font remarquer qu'elle permet de conclure qu'un corps est plus dur qu'un autre, mais qu'elle ne donne aucun moyen de représenter numériquement la dureté.

Après cette conclusion incontestable et connue depuis longtemps, ils décrivent la méthode qu'ils ont employée dans leurs expériences ; ils soumettent chaque corps à l'action d'une pointe conique d'acier de $0^m.007$ de longueur, $0^m,005$ de largeur à la base et $0^m,00125$ au sommet ; cette pointe agit, pendant un certain temps, sous une charge qu'on augmente jusqu'à ce que la pointe ait pénétré à une profondeur de $0^m,0035$ ou bien jusqu'à ce que la rupture du métal se produise.

Le nombre de kilogrammes employés représente la dureté du corps soumis à l'expérience ; prenant alors 1000 pour dureté de la fonte grise n° 3 à l'air froid du Staffordshire, ils ont formé une table indiquant la dureté relative des divers métaux et de leurs alliages. Cette méthode a un point de départ tout à fait différent de celle que j'ai employée et ne donne que les duretés relatives, de plus, les auteurs précités paraissent l'avoir trop généralisée, car elle suppose implicitement que la dureté ne varie pas avec la profondeur, ce qui est inexact. Il est fort possible que la dureté du plomb étant 16 et celle de la fonte 1000 à une profondeur de $0^m,0035$, ces rapports soient différents à d'autres profondeurs.

Cette méthode n'est du reste pas nouvelle; j'ai vu, aux usines de Reischoffen, une machine basée sur la même idée, qui sert depuis plusieurs années à apprécier la dureté des fers employés dans la fabrication.

J'extrais toutefois du travail de MM. Croce-Calvert et Johnsonn, certains résultats qui peuvent jeter quelque jour sur certaines questions relatives à la construction du matériel de l'artillerie.

Les canons de l'artillerie de terre sont presque tous en bronze, alliage composé réglementairement (en France) de 100 parties de cuivre et de 11 d'étain avec tolérance d'une partie d'étain en plus ou en moins. On sait depuis longtemps que le cuivre seul serait trop mou pour résister au choc du projectile et à la pression des gaz et que l'étain qu'on y ajoute jouit, quand il est mis dans des proportions convenables, de la propriété de donner de la dureté à l'alliage. La quantité 11 d'étain a été déterminée par la condition de ne pas rendre le bronze trop ramollisable par la chaleur.

Certaines expériences des auteurs précités ont porté sur des alliages de cuivre et d'étain ayant les compositions indiquées dans le tableau suivant qui

contient aussi les nombres représentant leurs duretés relatives.

TABLEAU N° 8.

Dureté des alliages de cuivre et d'étain, d'après MM. Croce-Calvert et Johnson.

PROPOSITIONS POUR 100 DE MÉTAL.		DURETÉ (celle de la fonte étant représentée par 1000).	OBSERVATIONS.
CUIVRE.	ÉTAIN.		
93,17	6,83	602,08	
91,49	8,51	639,58	Ces deux alliages comprennent entre eux l'alliage français.
88,97	11,03	772,92	
84,32	15,68	916,66	
72,90	27,10	» »	Rupture.
68,27	31,73	» »	Rupture.
61,79	38,21	» »	Rupture.
48,17	51,83	» »	Rupture.
34,98	65,02	» »	Rupture.
21,21	78,79	135,42	
15,21	84,75	104,17	
11,86	88,14	95,81	
9,73	90,27	88,33	

On voit d'après ces nombres que :

1° Lorsque l'étain est en excès, la dureté est excessivement faible.

2° La proportion d'étain diminuant, la dureté augmente.

3° La proportion d'étain diminuant, le métal devient cassant dès qu'il y a 78,79 d'étain pour 21,21 de cuivre.

4° La proportion d'étain diminuant encore, le métal reste cassant jusqu'à ce que le cuivre soit environ les 4/5 du poids total ; sa dureté est alors 916,66 et presque égale à celle du fer représentée par 948.

Concluons de là que la dureté relative de nos pièces de campagne et de siége est d'environ 700 et que 100 de cuivre et 17,40 d'étain donneraient une dureté de 916,66 ; reste à savoir toutefois si l'alliage ne serait déjà pas trop fusible, néanmoins il y aurait peut-être lieu de rechercher aujourd'hui s'il ne serait pas à propos, au moment de l'adoption d'un nouveau matériel, d'augmenter un peu la proportion d'étain, sans la pousser à la limite ci-dessus indiquée (1).

Je finirai la revue de cet intéressant travail en indiquant les nombres exprimant la dureté relative des métaux.

(1) J'ignorais, au moment où j'ai rédigé ce mémoire, que cette question avait été agitée au comité d'artillerie et résolue négativement. On a pensé que l'alliage adopté jusqu'à ce jour pouvait être conservé, le métal des ailettes des nouveaux boulets étant excessivement mou.

[redacted]

TABLEAU N° 2.

Dureté relative des différents métaux d'après MM. Croce-Calvert et Johnson.

Fonte n° 3 à l'air froid de Staffordshire étant......	1000
Acier....................................	958
Fer forgé provenant de la fonte ci-dessus.........	948
Platine...................................	375
Cuivre pur...............................	301
Aluminium..............................	271
Argent pur..............................	208
Zinc......................................	182
Or...	167
Bismuth..................................	52
Étain......................................	27
Plomb....................................	16

Si l'on compare les résultats insérés dans ce tableau relativement au plomb et à l'étain, on trouve un certain désaccord avec mes expériences.

L'étain et le plomb qui ont servi dans les deux cas n'étaient probablement pas les mêmes au point de vue chimique, de plus les corps qui ont servi à produire la pénétration n'avaient pas la même forme; dans l'un des cas, c'était une aiguille conique, dans l'autre c'était une panne de marteau parfaitement plane.

Quoi qu'il en soit, les ingénieurs qui ont assisté à mes expériences m'ont déclaré que, selon eux,

la dureté de l'étain était au moins quatre fois plus grande que celle du plomb, ainsi que cela résulte des enfoncements que j'ai obtenus. Je n'ai pas poussé plus loin l'étude de la dureté comparative des corps, qui était pour moi une chose accessoire ; le comité d'artillerie ayant trouvé toutefois que cette question pouvait présenter un grand intérêt, je me propose de faire de nouvelles expériences sur cette matière qui sera l'objet d'un nouveau mémoire.

[redacted]

EXPÉRIENCES

FAITES POUR DÉTERMINER

L'EFFET PRODUIT SUR LA QUALITÉ DU FER EN CANONS.

[redacted]

EXPÉRIENCES

faites pour déterminer l'effet produit

SUR LA QUALITÉ DU FER EN CANONS

PAR UN REFROIDISSEMENT LENT OU RAPIDE DE LA COULÉE.

Trois canons de 6 livres furent coulés en même temps et avec la même fonte. Les moules étaient semblables et préparés de la manière ordinaire. Celui dans lequel le canon n° 1 fut coulé avait été chauffé avant le coulage, et fut maintenu chaud, après l'opération, au moyen d'un feu qui l'entourait. Une plaque cylindrique de fer, revêtue de briques, enveloppait le châssis du n° 1, mais en laissant toutefois entre eux un espace d'environ 9 pouces pour le combustible. Des grilles étaient placées au fond de cet espace, avec un puits à cendre pour laisser passage à l'air.

Un feu de charbon de bois fut allumé une heure avant la coulée, de sorte que le châssis et le moule étaient à peu près à la chaleur rouge au moment de couler le canon. Le feu fut entretenu pendant trois jours, au bout desquels on le laissa s'éteindre graduellement.

A la fin du quatrième jour, le canon et le châssis furent retirés du cylindre de chauffe, alors que toutes les parties en étaient encore tout à fait chaudes. Le lendemain le moule fut séparé de la coulée. Les canons nos 1 et 2 furent percés pour projectiles de 6 de la manière ordinaire, et le n° 3 fut percé pour obusier de 12 liv. avec une chambre de 6, comme l'indique le dessin ci-joint. — Les canons de 6 furent soumis à des charges graduellement croissantes, comme est dit ci-après (*voir* le tableau page 7)

Le tir des 2 canons fut effectué en même temps et de la manière suivante : Le canon n° 1 fut tiré 10 fois, puis le n° 2 un nombre égal de coups; alors on mesura les âmes et les lumières. Le feu fut repris jusqu'au 16e coup, et l'on mesura de nouveau. On continua de tirer ainsi et de mesurer après les 20e et 24e coups. Le canon n° 1 éclata au 27e coup, et le n° 2 au 25e. Le 1er avait supporté 4 des charges maximum, et le 2e 2 seulement.

Le plus grand élargissement des âmes fut trouvé dans cette partie du canon où le boulet touche à la cartouche; il était égal dans les 2 canons après le 20e coup, c'est-à-dire de $\frac{91}{1000}$ de pouce. Les lumières s'étaient élargies en même temps de 0,20 à 50,2.

Il ressort de ces résultats qu'aucun effet matériel

[redacted]

n'est produit sur la qualité du fer par ces diverses méthodes de refroidir les coulées.

Tableau de l'accroissement des charges.

ORDRE des coups.	CHARGES D'ÉPREUVE.		ORDRE des coups.	CHARGES D'ÉPREUVE.	
	Livres de poudre.	Nombre de boulets.		Livres de poudre.	Nombre de boulets.
1	2	1	15	2	15
2	2	2	16	2	16
3	2	3	17	2 1/2	13
4	2	4	18	2 1/2	14
5	2	5	19	2 1/2	15
6	2	6	20	2 1/2	16
7	2	7	21	3	14
8	2	8	22	3	15
9	2	9	23	3	16
10	2	10	24	3	16
11	2	11	25	3	16
12	2	12	26	3	16
13	2	13	27	3	16
14	2	14			

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION DES CANONS EN FER DE 24 LIVRES



RAPPORT

SUR LA

[...]ICATION DES CANONS EN FER DE 24 LIVRES

COULÉES.		ESPÈCES DE FER EMPLOYÉ.				TEMPS
DATES.	NUMÉRO de la fonderie	FOURNEAU AMENIA. 1re fusion.	2e fusion.	Fragments de canon.	TOTAL en livres.	DE FONTE.
						h. m.
2 octobre 1847..	520	6000	4000		10000	2.30
5 novembre.....	524	4000	6000		10000	3.15
22 id	528	3000	7000		10000	3.30
29 id	529	3500	7000		10500	3.45
1er décembre... .	530	4000	6000		10000	3.30
4 id	531	4100	6000		10100	3.30
7 id	532	4000	6000		10000	3.00
10 id	233	5000	5000		10000	.45
13 id	534	5000	5600		10600	3.45
16 id	535	5000	7000		12000	3.15
18 id	536	3500	6500		10000	3.30
21 id	537	3500	6500		10000	3.30
23 id	538	3500	6500		10000	3.30
26 id	539	3500	6500		10000	3.15
28 id	540	3800	4350	2850	10000	3.30
30 id	541	6900	1600	2900	11400	3.30
1er janvier 1848..	542	5000	5000		10000	3.00
4 id	543	5000	5000		10000	3.00
6 id	544	5000	5000		10000	3.30
8 id	545	5250	3250	2000	10500	3.15
10 id	546	5200	1700	3500	10400	3.15
13 id	547	5000	3660	1340	10000	3.30
Moyenne	...	....	....	....	.....	....
Obusier de bronze de 32.		Cuivre.	Etain.			
17 janvier 1848...	...	3912	470	....	4382	4.30

ESSAIS D'ÉCHANTILLONS.						INSPECTION.	
BARRES D'ÉPREUVE.			MASSELOTTES.				
Transversale.	Tensible.	Densité.	Tensible.	Densité.		Numéro du registre.	Poids en livres.
10260	34275	7.3285	27247	7.0293		1	5704
9859	31546	3776	31707	7.3177		2	5784
9122	37490	7.3449	29493	7.2947		3	5778
9514	36107	7.4173	30467	7.3525		non	inspecté.
9820	35929	7.3560	30873	7.3007		4	5780
10413	35486	7.4612	33623	7.3664		5	5805
10369	37260	7.4066	27675	7.3430		non	inspecté.
10418	36434	7.5850	30947	7.3372		6	5826
9620	35127	7.3494	31050	7.2826		7	5762
9583	33832	7.3603	31651	7.3014		8	5805
9789	38655	7.3471	29227	7.2826		9	5758
11497	39521	7.3773	30695	7.3034		10	5770
10295	38389	7.3669	30113	7.2705		11	5750
10281	37198	7.3614	30998	7.3217		12	5790
10381	35250	7.3407	30593	7.2797		13	5775
9696	35723	7.3362	29227	7.2339		14	5750
10486	34865	7.3711	29947	7.2807		15	5750
10092	39766	7 3383	26614	7.2560		16	5750
9289	38833	7.3584	33268	7.3096		17	5810
9273	37260	7.3527	31441	7.3412		18	5816
10291	32736	7 3291	35812	7.3219		10	5800
9502	38122	7.3565	32044	7.3154		20	5796
10025	36368	7.3646	30668	7.3017			5778
Échantillon.				Obusier.			
N° 1	29067	8.3383		3.4236		1	1883
N° 2	29917	8.4573					

Tableau des résultats précédents disposés dans l'ordre de densité des échan de masselottes, en commençant par la densité minimum.

NUMÉRO du canon.	BARRES D'ÉPREUVE.			MASSELOTTES.		POIDS des canons.	OBSERVAT
	Transversale.	Tensible.	Densité.	Tensible.	Densité.		
1	10260	34275	7.3285	27243	7.2193	5701	
14	9696	35723	7.3366	29227	7.2339	5755	
16	11092	39766	7.3383	26614	7.2560	5750	
11	10295	38389	7.3669	30143	7.2705	5750	
13	10384	35250	7.3407	30593	7.2797	5775	
Moyenne.	10315	36680	7.3424	28758	7.2519	5746	
15	10486	34865	7.3544	29947	7.2807	5750	
9	9789	38656	7.3474	29227	7.2826	5758	
7	9620	35427	7.3494	34050	7.2826	5762	
3	9422	37190	7.3449	28493	7.2947	5778	
4	9820	35929	7.3560	30873	7.3007	5780	
Moyenne.	9767	36473	7.3537	30448	7.2882	5766	
8	9583	33832	7.3603	34651	7.3014	5805	
10	11197	39524	7.3773	30695	7.3034	5770	
17	9289	35833	7.3584	33268	7.3096	5810	
20	9502	38422	7.3565	32044	7.3454	5796	
2	9559	31546	7.3776	31707	7.3477	5784	
Moyenne.	9886	36374	7.3660	31873	7.3095	5793	
19	10991	32736	7.3291	35812	7.3219	5800	
12	10284	37198	7.3614	30998	7.3267	5790	
6	10418	36434	7.3350	30947	7.3372	5826	
18	9273	37260	7.3527	34444	7.3412	5816	
5	10443	35486	7.4612	33623	7.3664	5805	
Moyenne.	10436	35823	7.3779	32564	7.3387	5807	
	Moyenne de chaque division.						
1re	10345	36680	7.3421	28758	7.2519	5746	
2e	9767	36473	7.3537	30148	7.2382	5766	
3e	9836	36371	7.3660	31873	7.3095	5793	
4e	10136	35823	7.3779	32564	7.3387	5807	
Moyenne générale.	10033	36337	7.3599	30828	7.2971	5778	

[redacted]

Le fer employé pour la fabrication de ces canons est du fer à air froid, au charbon de bois, n° 1 de fonderie ; s'il est coulé anssitôt le fondage, il produit des coulées douces, dans de petits moules ; mais si on le laisse longtemps en fusion à une température élevée, et que, coulé en gueuses, on vienne à le refondre, on l'obtient plus dur et plus fort. Ce procédé peut être poussé trop loin ; le fer peut devenir si dur qu'il soit impossible de le percer ou le tourner sans de grandes difficultés ; et sa fluidité, qui diminue alors à mesure qu'on poursuit l'opération, peut arriver à ce point qu'elle produise des cavités dans les coulées.

Le fer employé pour couler le canon n° 529 était plus dur qu'à l'ordinrire. En le perçant et en le tournant, on y découvrit de nombreuses cavités, dont quelques-unes, à l'intérieur, avaient 1 pouce 1/2 de diamètre et 1 pouce de creux. Le canon fut, en conséquence, rejeté par le fondeur.

Le canon n° 532 contenait des cavités semblables à celles du canon n° 529 ; il fut rejeté également. Lorsqu'on eut brisé ce canon, on y trouva de nombreuses cavités, dans toutes les parties du renfort comme dans la moitié de l'arrière de la volée ; on n'en rencontra point sur le devant de la volée, ni dans le collet, ni dans la bouche.

Tout le fer provenait d'un fondage dans le même

fourneau; mais on l'avait retiré en différentes fois dans deux poches séparées.

Le premier retiré avait été versé dans le moule par une rigole de côté qui entrait dans le milieu, et qui remplit le moule jusqu'à environ 30 pouces de la bouche. Le fer, tiré en dernier lieu, fut alors versé de la seconde cuillère dans le moule jusqu'à ce qu'il fût plein.

Le fer que fournit la première cuillère provenait de la partie inférieure du bain (*pool*), et était à une plus basse température que celui fourni par la seconde cuillère; car cette dernière sortait de la partie supérieure du bain, qui, ayant été exposée à une flamme ardente, avait été ainsi chauffée à un plus haut degré.

La partie inférieure de la coulée, composée de feu provenant de la première cuillère à basse température, contenait toutes les cavités, et la partie supérieure, formée de fer de la seconde cuillère à une plus haute température, était bonne et sans cavités.

Les cavités d'une part, et la bonne qualité de l'autre, ne sont attribuées qu'à la différence de température à laquelle le fer avait été coulé dans les deux circonstances.

On prit des échantillons dans différentes parties du canon brisé, et on les essaya. Les résultats qu'on

[redacted]

obtint, ainsi que ceux donnés par ls barre d'épreuve et la masselotte de la même coulée, sont les suivants :

		Force tensible.	Densité.
Barre d'épreuve		37260	7.4066
Masselotte		27675	7.3430
N° 532	N° 1. Collet	34035	7.8137
Canon	N° 2. Arrière volée.	32415	7.3313
brisé.	N° 3. Renfort	31050	7.3313

Dans l'état sommaire annexé au rapport de fabrication, les divers canons sont placés dans l'ordre de densité de leur masselotte; il est établi avec 4 divisions de 5 canons chacune, et il donne les résultats moyens de chaque division séparément. Ces résultats montrent la relation constante qu'a la densité des masselottes avec leur force tensible et le poids des canons. Ils montrent aussi dans les barres d'épreuve que tandis que la densité augmente, la force tensible diminue.

Fonderie du Sud de Boston, 25 février 1848.

W. Wade.

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION DE CENT OBUSIERS EN FER DE 24 LIVRES

[redacted]

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION DE CENT OBUSIERS EN FER

DE 24 LIVRES

A LA FONDERIE D'ALGER.

Fonderie d'Alger, à Boston, le 19 juin 1849.

GÉNÉRAL,

Je vous transmets par la présente lettre un rapport sur la fabrication de cent obusiers de 24, en fer, coulés à cette fonderie depuis un an.

Pendant la fabrication de ces obusiers, on a essayé diverses espèces de fer, et on a traité ces mêmes espèces d'une manière différente au fourneau. Dans le cours du travail, on a soumis à l'épreuve des échantillons de fer de chaque coulée, et on a remarqué, à mesure qu'il s'avançait, une amélioration considérable dans la qualité du métal.

Tous les détails du fondage du fer et les résultats des essais faits sur chaque coulée sont consignés dans l'état ci-joint.

Je suis avec respect, etc.

Signé : W. WADE.

Au général G. FALCOTT, du service de l'artillerie à Washington.

COULÉES.		ESPÈCES DE FER EMPLOYÉES.							T... en ...
		FER DE 1re FUSION affiné par une 2e fusion.			EN COULÉES POUR CANONS.				
DATE.	Numéro de fonderie.	AMENIA.	COPAKE.	Temps en 2e fusion.	1re fusion.	2e fusion.	3e fusion.	POIDS total.	des coulées pour canons.
									h. m
1848	636								
Sept. 21.	637	»	»	»	8000	2000	»	10000	4.3
	638								
	641								
» 25.	642	»	»	»	6800	3200	»	10000	3.3
	643								
	645								
» 27.	646	»	»	»	7200	2800	»	10000	2.4
	647								
	649								
» 29.	650	»	»	»	7000	3100	»	10100	2.4
	651								
	653								
Oct. 2.	654	»	»	»	6900	3100	»	10000	2.4
	655								
	659								2.3
» 14.	660	8000	2000	4.40	»	9000	»	9000	2.2
	662								2.4
	665								5.0
» 19.	666	6667	3333	5.30	»	9200	»	9200	4.5
	667								5.4
	673								5.4
» 23.	674	6000	4000	4.45	»	9100	»	9400	5.3
	675								5.3
	676								4.3
» 31.	677	6000	4000	5.20	»	9500	»	9500	4.5
	678								3.4

	INSPECTION.			
	Numéro du registre.	Poids de l'obusier.	DATE.	OBSERVATIONS.
97	260	1476	1849	
80	259	1476		
33	201	1477		
84	202	1488		
78	203	1487		
84	204	1492		
64	205	1484		
43	206	1493		
99	207	1494		
34	208	1491		
82	209	1489		
75	210	1485		
73	211	1491		
47	212	1489	Mars 31.	Le fer de gueuses employé pour ces canons consistait en parties égales de fer amenia et de fer du fourneau Fishkill à New-York. Le fer de seconde fusion se composait des masselottes et du restant de gueuses des coulées précédentes.
88	213	1487		
64	214	1491		
56	215	1494		
08	216	1493		
44	217	1479		
94	218	1479		
58	219	1478		
32	220	1480		
73	221	1477		
59	222	1483		
78	223	1495		
99	224	1501		
68	225	1503		

COULÉES.		ESPÈCES DE FER EMPLOYÉES.							
		FER DE 1re FUSION affiné par une 2e furion.			EN COULÉES QOUR CANONS.				
DATE.	Numéro de fonderie.	AMENIA.	COPAKE.	Temps en 2e fusion.	1re fusion.	2e fusion.	3e fusion.	POIDS total.	
1848	686								3
Nov. 14.	687	8000	2000	4.15		10940		10940	3
	688								4
	692								4
» 22.	693	8000	2000	5.15		10000		10000	4
	694								4
	698								6
» 29.	699	8000	2000	4.45		9620		9620	6
	700								6
	703		Salisbury.						4
Déc. 11.	704	8000	2000	4. »		9600		9600	4
	705								4
	716		Copake.						3
» 27.	717	8000	2000	5.45		9600		9600	4
	718								4
1849	720								6
Janv. 2.	721	8000	2000	7. »		9600		9600	6
	722								3
	726						Masselottes.		3
» 8.	727	4000	1000	7. »		5000	5000	10000	3
	728								3
	730								4
» 12.	731	8000	2000	4.45		9600		9600	4
	732								4
	733								4
» 18.	734	8000	2000	6.20		9600		9600	4
	735								4



	INSPECTION.			OBSERVATIONS.
	Numéro du registre.	Poids de l'obusier.	DATE.	
3	226	1492	1849	Essais de fer pris à différents niveaux du même bain (coulées 698, 699 et 700).
4	227	1489		
5	228	1493		
8	229	1490		
7	230	1495		
2	231	1485		
4	232	1496		
4	233	1493		
9	234	1493		
4	235	1484		
6	236	1489		
0	237	1490		
0	238	1490		
4	239	1494	Mars 31.	
9	240	1489		
6	241	1475		
0	242	1474		
5	243	1471		
2	244	1482		
1	245	1476		
7	246	1481		
4	247	1477		
5	248	1480		
5	249	1480		
0	250	1484		
0	251	1484		
5	252	1484		

POINT.		DENSITÉ.	TENACITÉ.
Le plus bas. . .	N° 1.	7.339	51477
Intermédiaire.	N° 2.	7.349	34434
	N° 3.	7.351	34484
Le plus haut . .	N° 4.	7.351	37136
Moyenne.		7.349	34395

Ces spécimens étaient petits et avaient été coulés dans des moules séparés. La densité et la force croissent en progression régulière du fond au sommet ; mais les masselottes tirées des mêmes niveaux ne suivent pas la même loi.

POINT.	DENSITÉ.	TENACITÉ.
Le plus bas. . N° 698.	7.270	35014
Intermédiaire. N° 699.	7.287	32804
Le plus haut.. N° 700.	7.273	33597
Moyenne.	6.278	33806

COULÉES.		ESPÈCES DE FER EMPLOYÉES.						
		FER DE 1re FUSION affiné par une 2e fusion.			EN COULÉES POUR CANONS.			
DATE.	Numéro de fonderie.	AMENIA.	COPAKE.	Temps en 2e fusion.	1re fusion.	2e fusion.	3e fusion.	POIDS total.
1849 Janv. 25.	736 737 738	8000	2000	3.20		9600	»	9600
» 30.	739 740 741	8000	2000	3.20		10500	»	10500
Févr. 5.	742 743 744	8000	2000	1. »		11000	»	11000
» 9.	745 746 747	8000	2000	4. »		9100	500	9600
» 11.	748 749 750	10000	»	3.45		[illegible] 5500	[illegible] 5500	11000
» 20.	751 752 753	»	»	»		5000	5000	10000
» 22.	754 755 756	10000	»	5. »		5600	5530	11130
Mars 4.	757 758 759	»	»	»		5300	5210	10540
» 7.	760 761 762	»	»	3.30		5400	5820	11220

...ns ...es.	INSPECTION.			OBSERVATIONS.
...CITÉ	Numéro du registre.	Poids de l'obusier.	DATE.	
246	253	1488	1849	
715	254	1489		
538	255	1492	Mars 31.	
559	256	1493		
368	257	1503		
898	261	1501	Mai 18.	
273	258	1492	Mars 31.	Spécimens puisés dans le fourneau à différentes périodes de fusion.
865	262	1501		
307	263	1500		
423	264	1505		
361	265	1511		
599	266	1512		
840	267	1498		
898	268	1506		
898	269	1499		
898	270	1499		
185	271	1496	Mai 18.	
430	272	1493		
749	273	1498		
578	274	1501		
253	275	1495		
136	276	1496		
136	277	1503		
135	278	1503		
578	279	1505		
552	280	1504		
639	281	1508		

DÉSIGNATION de la fusion.	MARQUE.		Temps en fusion.	DENSITÉ.	TENACITÉ
2e fusiun...	686	1	0.15	7.175	20336
		2	1.15	7.202	25684
		3	2.15	7.216	27456
		4	3.15	7.229	28736
		5	4.15	7.240	29227
3e fusion...		6	4.45	7.281	33423
		7	5.45	7.288	30644
		8	6.45	7.327	36312
		9	7.15	7.334	35870
		10	7.45	7.345	37552

COULÉES.		ESPÈCES DE FER EMPLOYÉES.							
		FER DE 1re FUSION affiné par une 2e fusion.			EN COULÉES POUR CANONS.				
DATE.	Numéros de fonderie.	AMENIA.	COPAKE.	Temps en 2e fusion.	1re fusion.	2e fusion.	3e fusion.	POIDS total.	
1849									
Mars 9.	763, 764, 765	5000	»	3.30	»	5000	5150	10150	1, 1, 1
» 13.	766, 767, 768	5000	»	5.30	»	(Amenia.) 5000	5000	10000	1, 1, 1
» 17.	769, 770, 771	5740	»	5.30	»	5740	5510	11250	1, 2, 2
» 23.	772, 773, 774	5100	»	3.30	»	5100	4940	10040	1, 1, 1
» 30.	775, 776, 777	5500	»	3.30	»	5500	5590	11090	1, 1, 1
Avril 7.	778, 779, 780	5200	»	3.10	»	5200	4830	10030	1, 1, 1
» 10.	781	»	»	»	Bell's bridge 5000			5000	
» 30.	782	4000	»	3.30	»	4000	3600	7600	1
Mai 15.	783	»	»	»	»	»	4200	4290	0
Juin 5.	784	3700	»	3. »	»	3700	3440	7140	1

	INSTRUCTION.			OBSERVATIONS.
R.	Numéro du registre.	Poids de l'obusier.	DATE.	
			1849	
0	282	1503	Juill. 28.	Les densités constatées représentent le poids du du fer comparé à une masse égale d'eau distillée à la température de 60° Fahrenheit (16° 11 cent.).
9	283	1504		
2			Rejeté.	
1	284	1490		
6	285	1503		
8	286	1498		
5	287	1503		Les tenacités constatées donnent le poids nécessaire pour rompre une barre d'un pouce carré, étirée dans le sens de sa longueur.
4	288	1503		
7	289	1506		
2	290	1506		
8	291	1510	Juill. 28.	
6	292	1508		
4	293	1499		
2	294	1506		
5	295	1506		
2	296	.500		
6	297	1495		
8	298	1505		
8			Rejeté.	Veines de couleur de cuivre dans la cassure ; non inspecté.
5	299	1507	Juill. 28.	
3			Rejeté.	Trop dur; cavités dans l'intérieur.
0	300	1510	Juill. 28.	

Trois obusiers sont coulés chaque fois avec le même fer provenant du même fourneau. Pour tous les obusiers, du n° 659 au n° 688, le fer avait été soumis à une seconde fusion, avant de le fondre définitivement pour le couler dans les moules de canon. Afin de déterminer avec plus de certitude combien ce fer pourrait être maintenu en fusion avec avantage pour sa qualité, on a pris dix échantillons du même fourneau, à différentes périodes de la 2e et de la 3e fusion des canons, nos 686, 7 et 8. Les résultats obtenus sont consignés en marge du tableau qui précède.

En coulant les canons nos 698, 699 et 700, on fit une expérience pour déterminer les différentes valeurs du fer pris à divers niveaux du même bain. On prit quatre échantillons : le premier provenait du fond du bain, près du foyer ; le second avait été pris à un tiers de la hauteur, à partir du fond ; le troisième aux deux tiers, et le quatrième à la surface. L'obusier n° 698 fut coulé avec le tiers inférieur du bain, le n° 699 avec la partie intermédiaire, et le n° 700 avec le tiers à la surface. Les résultats des essais sont constatés en marge du tableau précédent.

Tous les obusiers ci-dessus, jusqu'au n° 261, furent inspectés le 31 mars 1849.

En examinant les essais de toute cette partie de cent canons, on remarquera qu'il y a une amélioration

[redacted]

graduelle dans la qualité du fer, depuis le premier jusqu'au dernier. Le fer provenant du fourneau Amenia est, en majeure partie, celui qu'on a employé à chaque coulée. On avait supposé qu'on pourrait le rendre plus dur en y mêlant d'autre fer en petite proportion.

Au commencement, on y ajouta du fer provenant du fourneau Fishkill.

Des cinq coulées où le fer Fishkill avait eté employé, quatre étaient faites avant mon arrivée à la fonderie, et auparavant on n'avait point fait d'essais. Le fer employé dans ces cinq coulées était principalement du fer de première fusion. Lorsqu'on les essaya, les résultats qu'elles donnèrent ne répondirent pas aux espérances que l'on avait conçues.

On employa dès lors du fer du fourneau Copake, au lieu de fer Fishkill; tout le métal subit une refonte, et depuis lors on n'employa plus de fer de première fusion.

Plus tard on abandonna le fer Copake, pour employer l'Amenia seul et ce dernier consistait en parties égales de deuxième et de troisième fusions.

Les canons de cette espèce de fer sont donc composés de parties égales de deuxième et de troisième fusions.

On fit l'essai dans la coulée, n° 783, de fer dont le

tout était de troisième fusion; mais il ne réussit pas.

Les épreuves furent bonnes; mais la coulée était de mauvaise qualité et trop dure pour le perçage,

Les résultats moyens de tous les essais de ces diverses classes et de leurs subdivisions, disposés par parties de cinq ou six coulées à la fois sur une seule ligne, sont présentés pans le tableau ci-après :

ESPÈCES de fer employé.	NOMBRE de coulées.	NOMBRE de canons.	DENSITÉ.	TÉNACITÉ.
Fer Amenia et Fishkill par parties égales : 1re fusion 5 parties, 2e fusion 2 parties	5	15	7.217	29583
Amenia 4 parties, Copake 1 partie; tout de 2e fusion	5	15	7.231	32000
	6	18	7.243	32024
	6	18	7.268	32893
Tout Amenia; parties égales de 2e et 3e fusion	6	18	7.299	36139
	7	17	7.312	37163
Moyenne générale	35	101	7.262	33300
Moyenne de Chaq-Classe	5	15	7.217	29583
	17	51	7.247	32306
	13	35	7.305	36651

[redacted]

Les résultats généraux ont démontré d'une manière tout à fait satisfaisante les avantages du système actuel d'inspections et d'épreuves faites par l'artillerie pendant la marche de la fabrication.

On verra que la densité moyenne des dix-sept premiers canons est 7,217, et celle des dix-sept derniers 7,312, gain égal à 6 livres par pied cube. La ténacité s'est élevée de 29,583 à 37,163 ; différence, 7,580 liv. par pouce carré ; soit une augmentation d'un quart à une bonne qualité type de fer.

Ce progrès est dû à l'emploi des instruments d'épreuve qui déterminent la qualité des coulées d'un jour à l'autre pendant la marche du travail, et aux soins attentifs de l'habile fondeur qui se guide, pour les opérations à venir, sur les résultats du passé, laissant ainsi de côté les procédés qui ne donnent que des produits inférieurs, tandis qu'il s'assure ceux qui maintiennent et améliorent les qualités déjà supérieures du métal.

Boston, 19 juin 1849. W. Wade.

Au colonel de l'artillerie, à Washington.

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION ET L'ÉPREUVE DE COLOMBIADES

DE HUIT POUCES

[redacted]

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION ET L'ÉPREUVE DE COLOMBIADES

DE HUIT POUCES

Coulées dans les ateliers du fort Pitt, le 4 août 1849, par MM. Knap et Totten.

Deux colombiades de 8 pouces furent coulées en même temps, avec le même fer. L'une d'elles, le n° 1, fut coulée pleine de la manière ordinaire; l'autre, le n° 2, fut coulée d'après le système inventé par le lieutenant Rodman, sur un noyau creux où passait un courant d'eau pendant le refroidissement du métal. Le fer destiné aux deux coulées fut fondu en même temps dans deux fourneaux à air, contenant chacun 14,000 livres de métal de même espèce. Le métal, après le fondage, resta exposé pendant une heure à une haute température, puis il fut déchargé, par deux courants séparés, dans un réservoir commun. Du réservoir il partait ensuite par un seul courant de quelques pieds de long qui se séparait en deux branches, chacune conduisant à un moule. Les deux moules furent remplis en même temps.

La coulée pleine resta dans un puits à ciel ouvert, et fut refroidie de la manière ordinaire.

La coulée creuse fut refroidie, à l'intérieur, par un courant qu'on fit passer dans le noyau pendant quarante heures, et le noyau fut alors retiré; puis on fit passer l'eau dans la cavité formée par le noyau pendant vingt heures. La quantité d'eau, passée ainsi pendant tout le temps, était de 1,66 pieds par minute, ou 100 pieds cubes par heure; ce qui faisait en tout 6,000 pieds cubes pesant 187 tonneaux. La température de l'eau augmenta

De 20 degrés pendant la 1re heure;
De 13 — — 20e heure;
De 8 — — 40e heure; et
De 3 — — 60e et dernière heure.

Le poids de l'eau écoulée est égal à trente fois le poids de la coulée; et le calorique, communiqué à l'eau par la coulée et enlevé à cette dernière, est égal à 10° pour toute la quantité d'eau employée.

Le moule de cette coulée avait été disposé dans un puits couvert, chauffé au préalable à environ 400 degrés; cette chaleur fut maintenue pendant tout le temps du passage de l'eau.

Les deux colombiades furent terminées et inspectées le 6 septembre; on les trouva bonnes et égales en dimension et en poids.

[redacted]

Afin d'alléger le travail d'épreuve de ces canons, on les suspendit comme des pendules. Dans ce but, on avait préparé des triangles de bois de pin brut, dont chaque pièce avait 10 pouces carrés et 30 pieds de long. Un côté du triangle reposait sur le sol, et chaque paire de triangle avait un écartement de 10 pieds; les sommets de chaque paire se rapprochaient de façon à n'avoir plus qu'un écartement de 4 pieds.

On suspendit chaque pièce au moyen de quatre tiges de fer étiré attachées à une flèche mobile qui reposait sur des piédestaux d'acier au sommet des triangles. La flèche, barre d'acier fondu, avait 2 1/4 pouces carrés. Les deux tiges, qui supportaient la culasse du canon, avaient 3|4 de pouce carré; celles de la volée n'avaient que 5|8 de pouce carré. Les premières étaient réunies au moyen de bretelles qui passaient sous le canon et dans la culasse; les autres se rattachaient à un cercle placé près du collet.

Le poids du tout, flèches, tiges et bretelles, était de 344 livres.

Ultérieurement, et pour faciliter le travail d'épreuve, on éleva un but en terre destiné à recevoir les boulets. Il était formé de lavures de bois de rebut provenant d'une scierie mécanique; les parties inférieures de ces lavures étaient engagées dans le sol, et

les parties supérieures reliées par des soliveaux. Le but avait 16 pieds de large, 13 de profondeur et 8 de hauteur. On y avait pratiqué une ouverture pour le passage des boulets ; cette ouverture était fermée par des broussailles, et le reste était rempli de terre.

Le but était placé à environ 60 pieds des canons, et au bas d'une colline. Les boulets passaient au travers du but et allaient se loger dans la colline ou roulaient jusqu'en bas.

Pour protéger les artilleurs, une barrière semblable au but avait été élevée derrière les canons, et on y avait ajouté un toit solide qui se projetait en arrière.

On employa dans le tir des capsules reçues de l'arsenal du fort Mouroe. On les faisait éclater au moyen d'une petite corde qui du canon se prolongeait jusque derrière la barrière.

Pour obtenir des conditions d'égalité entre les deux canons, on les tira alternativement ; et la poudre des cartouches de chaque couple de coups était de même portée d'épreuve et prise dans la même caisse.

Les charges employées dans les épreuves étaient :

Charges d'épreuve.

1er coup, 12 livres de poudre, 1 boulet et 1 bouchon.
2e coup, 15 livres de poudre, 1 obus et 1 sabot.

[redacted]

Charges de service.

10 livres de poudre, 1 boulet et 1 sabot.
Poids moyen des boulets lancés . . 63 livres 1/2.
Poids moyen des obus . . . . 49 livres.
Portée moyenne de la poudre d'épreuve, 298 yards.

On commença le feu le 7 septembre, et afin d'essayer l'appareil de suspension, on tira le premier coup avec une charge de service, sans boulet. On tira ensuite neuf charges de service complètes; puis on descendit les pièces sur le sol, et on les tira avec les deux charges d'épreuve prescrites ; enfin, on les remonta dans le châssis de suspension, et on tira jusqu'à la fin avec des charges de service.

Aux 84e et 85e coups de la pièce n° 2, on remplaça le boulet par un obus, dans le but de déterminer la vitesse initiale des obus dans cette classe de canons.

L'épreuve continua, chaque canon étant tiré alternativement, jusqu'au 85e coup, qui fit éclater la colombiade n° 1, fondue pleine. L'expérience fut poursuivie avec la colombiade n° 2, fondue creuse, qui éclata au 251e coup, ayant ainsi fait à peu près trois fois le service de la première.

Les deux pièces éclatèrent dans la culasse et le renfort en parties à peu près égales; la fracture se divisait vis-à-vis des tourillons et se terminait au côté

opposé vers la volée, laissant le reste d'une seule pièce.

Le plan de fracture, dans le canon n° 1, est incliné sur le plan de lumière d'environ 62°; dans le canon n° 2, le plan de fracture coïncide avec celui de la lumière.

En examinant les fragments des deux pièces, on reconnut qu'elles contenaient des fissures sur la région de la charge; on en verra la position et l'étendue dans le dessin ci-joint (planche I).

L'apparence de ces fissures indique qu'elles se sont produites au commencement du tir et qu'elles se sont élargies sous l'effort des décharges successives.

Les surfaces de fracture au bord intérieur, c'est-à-dire du côté de l'âme, dans la partie supérieure du canon n° 2, présentaient d'une manière fortement marquée des traces de déchirements adoucis, toutefois, par les décharges successives des pièces. La surface déchirée partait depuis la lumière jusqu'au delà du centre du boulet, et la fente s'enfonçait d'environ un pouce dans le métal.

Les surfaces de fracture du côté opposé de la même pièce offraient cette apparence de rugosité brute, ordinaire dans les fractures récentes.

Il y a à l'extérieur, derrière l'embase, une fente

[redacted]

verticale qui entoure la pièce comme un cercle ; mais on n'a pas constaté sa profondeur.

On mesura de temps en temps les âmes et les lumières ; on donne dans les tables ci-jointes les résultats obtenus. On fera cette remarque que les élargissements de l'âme par des nombres égaux de décharges sont plus grands dans le canon coulé plein que dans l'autre. Les mesures des lumières, telles qu'elles sont consignées dans le tableau, ne donnent pas l'élargissement total, attendu que l'instrument de mesurage ne peut entrer dans les cavités étroites et sinueuses qui se forment à l'intérieur.

Le canon qui avait éclaté par le travers de la lumière présentait des cavités telles qu'il eût fallu un un *tampon de lumière* d'un pouce de diamètre pour les couvrir toutes.

On prit des échantillons des masselottes de ces canons, et on les essaya ; on en prit aussi dans les fragments provenant de la rupture des pièces. Ces derniers furent tirés du côté opposé à la chambre, et de telle manière que leurs plans de fracture coïncidaient avec l'axe de l'âme.

La position des divers échantillons est indiquée dans la planche I.

On donne dans le tableau suivant les résultats des épreuves :

POSITION DES ÉCHANTILLONS.		DISTANCE du centre du canon.	MARQUE.	DENSITÉ.	TÉNACITÉ.
		Pouces.			
Masselotte.	Canon n° 1, coulé plein.	7.25	1 H	7.236	27780
		6.20	1 H	7.226	28716
		5.15	1 H	7.205	26212
		Moyenne	....	7.222	27569
	Canon n° 2, coulé creux.	7.25	2 H	7.236	28401
		6.20	2 H	7.235	26949
		5.15	2 H	7.228	27243
		Moyenne	....	7.233	27531
Fragments.	Canon n° 1..	11.26	1. I	7.218	26299
		7.80	1. II	7.213	27188
		4.50	1. III	7.228	25889
		Moyenne	....	7.220	26459
	Canon n° 2..	11.25	2. I	7.213	29481
		7.80	2. II	7.234	28384
		4.50	2. III	7.211	27317
		Moyenne	....	7.219	28394

RÉCAPITULATION.

Canon n° 1, coulé plein	Masselotte........	7.222	27569
	Fragment.........	7.220	26459
	Moyenne....	7.221	27014
Canon n° 2, coulé creux	Masselotte........	7.233	27531
	Fragment........	7.219	28394
		7.226	27962

[redacted]

Rien dans ces résultats n'est digne d'être noté, sinon qu'ils montrent un certain degré d'infériorité, surtout dans leur densité. On ne remarque pas de différences matérielles dans les échantillons tirés de diverses parties de la même coulée, ni dans ceux pris dans des parties similaires de différentes coulées, sauf dans les échantillons de fragments des deux canons. Dans ces derniers, on remarque que la ténacité est beaucoup plus basse dans le n° 1, et beaucoup plus haute dans le n° 2, que la moyenne générale. Cette différence, quoique peu importante, et celles de déchirement et d'élargissement dans l'âme, sont toutes en faveur du canon coulé creux; mais elles ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse en induire une différence marquée dans la durée.

On ne suppose pas qu'il y ait d'autre cause de différence dans la durée que celle résultant des différentes méthodes de refroidissement des coulées. Les précautions prises pour obtenir une parfaite égalité dans les matières composant les deux canons, et pour maintenir une complète uniformité dans les épreuves, ont été telles qu'on ne peut attribuer la différence de durée qu'à d'autres causes. Aucun des canons n'a duré un nombre de coups qu'on puisse considérer comme satisfaisant. Une autre espèce de fer, et d'une qualité meilleure, pourrait être em-

POSITION DES ÉCHANTILLONS.		DISTANCE du centre du canon.	MARQUE.	DENSITÉ.	TÉNACITÉ.
		Pouces.			
Masselotte.	Canon n° 1, coulé plein.	7.25	1 H	7.236	27780
		6.20	1 H	7.226	28716
		5.45	1 H	7.205	26212
		Moyenne	....	7.222	27569
	Canon n° 2, coulé creux.	7.25	2 H	7.238	28401
		6.20	2 H	7.235	26949
		5.45	2 H	7.228	27243
		Moyenne	....	7.233	27531
Fragments.	Canon n° 1..	11.26	1. I	7.218	26299
		7.80	1. II	7.213	27188
		4.50	1. III	7.228	25889
		Moyenne	....	7.220	26459
	Canon n° 2..	11.25	2. I	7.213	29481
		7.80	2. II	7.234	28384
		4.50	2. III	7.211	27317
		Moyenne	....	7.219	28394

RÉCAPITULATION.

		DENSITÉ.	TÉNACITÉ.
Canon n° 1, coulé plein	Masselotte........	7.222	27569
	Fragment........	7.220	26459
	Moyenne....	7.221	27014
Canon n° 2, coulé creux	Masselotte........	7.233	27531
	Fragment........	7.219	28394
		7.226	27962

Rien dans ces résultats n'est digne d'être noté, sinon qu'ils montrent un certain degré d'infériorité, surtout dans leur densité. On ne remarque pas de différences matérielles dans les échantillons tirés de diverses parties de la même coulée, ni dans ceux pris dans des parties similaires de différentes coulées, sauf dans les échantillons de fragments des deux canons. Dans ces derniers, on remarque que la ténacité est beaucoup plus basse dans le n° 1, et beaucoup plus haute dans le n° 2, que la moyenne générale. Cette différence, quoique peu importante, et celles de déchirement et d'élargissement dans l'âme, sont toutes en faveur du canon coulé creux; mais elles ne sont pas suffisantes pour qu'on puisse en induire une différence marquée dans la durée.

On ne suppose pas qu'il y ait d'autre cause de différence dans la durée que celle résultant des différentes méthodes de refroidissement des coulées. Les précautions prises pour obtenir une parfaite égalité dans les matières composant les deux canons, et pour maintenir une complète uniformité dans les épreuves, ont été telles qu'on ne peut attribuer la différence de durée qu'à d'autres causes. Aucun des canons n'a duré un nombre de coups qu'on puisse considérer comme satisfaisant. Une autre espèce de fer, et d'une qualité meilleure, pourrait être em-

ployée à refondre des colombiades de 10 pouces, afin d'arriver par de nouvelles épreuves à une conclusion décisive.

L'appareil de suspension des canons et le but destiné recevoir les boulets répondirent parfaitement à ce qu'on en attendait. Le pendule rendait la charge et le tir si faciles qu'on pouvait faire 25 décharges par heure.

Fonderie du fort Pitt, Pittsburg, 26 octobre 1849.

W. WADE.

Diamètre des lumières.

A PARTIR de l'extérieur.	CANON N° 1.		CANON N° 2.							
	Au début.	Après le 75e coup.	Au début.	Après les coups.						
				75e	109e	125e	150e	175e	200e	225e
Pouces. 1	.198	.200	.198	.200	.200	.200	.220	.220	.234	.242
2	.198	.200	.198	.200	.200	.204	.210	.210	.222	.240
3	.198	.200	.198	.198	.200	.204	.220	.224	.240	.248
4	.196	.204	.196	.198	.202	.208	.220	.220	.250	.262
5	.196	.200	.196	.198	.200	.210	.220	.226	.242	.248
6	.196	.200	.196	.199	.200	.218	.223	.240	.252	.276
7	.195	.202	.195	.199	.204	.234	.252	.262	.270	.282
8	.194	.202	.194	.200	.204	.224	.226	.230	.234	.310
9	.194	.200	.194	.200	.214	.214	.216	.220	.224	.280
9 1/2	.194	.202	.194	.204	.204	.228	.228	.240	.248	.280

CANON N° 1. — COULÉ PLEIN.

Diamètre et élargissement de l'âme.

A PARTIR de la bouche.	DIAMÈTRE primitif.	ÉLARGISSEMENT APRÈS LES COUPS.					
		10e	12e	37e	50e	75e	OBSERVATIONS.
Pouces.							
10	8.008	.000	.000	.000	.000	.060	
20	8.008	.000	.000	.000	.001	.001	
30	8.008	.000	.000	.000	.001	.002	
40	8.008	.000	.000	.000	.001	.051	
50	8.000	.000	.000	.000	.001	.001	
60	8.010	.000	.000	.000	.001	.001	
70	8.011	.000	.000	.000	.001	.002	
80	8.012	.000	.000	.001	.001	.003	
84	8.012	.000	.000	.001	.001	.002	
85	8.012	.000	.000	.001	.001	.002	
86	8.012	.000	.001	.001	.002	.002	
87	8.012	.001	.001	.002	.002	.002	
88	8.012	.001	.002	003	.003	.003	
89	8.010	.001	.003	.004	.004	.005	
90	8.010	.001	.004	.005	.006	.007	
91	8.010	.002	.007	.008	.010	.013	
92	8.010	.003	.016	.020	.021	.023	
92 1/4	8.010	.005	.023	.026	.026	.027	
92 1/2	8.010	.005	.026	.027	.027	.028	
92 3/4	8.010	.006	.028	.028	.028	.028	
93	8.010	.007	.029	.030	.030	.030	
93 1/4	8.010	.010	.031	.031	.031	.031	
93 1/2	8.012	.010	.032	.033	.033	.033	
93 3/4	8.011	.011	.031	.031	.031	.035	
94	8.010	.010	.027	.028	.029	.033	
94 1/4	8.010	.005	.023	.026	.029	.030	
94 1/2	8.010	.004	.023	.025	.027	.032	
94 3/4	8.009	.006	.021	.024	.024	.031	
100 1/2	6.411	....	.005	.010	.010	.014	
104	6.412	....	.003	.006	.007	.010	
107 1/2	6.418	....	.003	.005	.005	.008	

CANON N°

Diamètre

A PARTIR DE LA BOUCHE. (Pouces.)	DIAMÈTRE PRIMITIF.	ÉLARGISSEMEN			
		10e.	12e.	37e.	50e.
10	8 . 008	.000	.000	.000	.000
20	8 . 008	.000	.000	.000	.000
30	8 . 008	.000	.000	.000	.000
40	8 . 008	.000	.000	.000	.000
50	8 . 008	.000	.000	.009	.000
60	8 . 008	.000	.000	.000	.000
70	8 . 008	.000	.000	.000	.000
80	8 . 008	.000	.000	.000	.000
84	8 . 008	.000	.001	.001	.002
85	8 . 009	.001	.001	.001	.002
86	8 . 009	.000	.000	.003	.003
87	8 . 009	.000	.001	.001	.001
88	8 . 009	.000	.001	.001	.001
89	8 . 009	.000	.000	.001	.001
90	8 . 010	.000	.000	.003	.003
91	8 . 010	.001	.002	.007	.007
92	8 . 010	.001	.003	.010	.010
92 1/4	8 . 010	.001	.004	.013	.013
92 1/2	8 . 010	.001	.005	.013	.013
92 3/4	8 . 011	.003	.007	.014	.014
93	8 . 011	.003	.009	.014	.014
93 1/4	8 . 011	.003	.008	.015	.015
93 1/2	8 . 013	.000	.006	.016	.016
93 3/4	8 . 013	.000	.006	.013	.018
94	8 . 014	.002	.006	.018	.018
94 1/4	8 . 014	.003	.006	.018	.018
94 1/2	8 . 013	.007	.010	.018	.018
94 3/4	8 . 017	.005	.017	.022	.023
100 1/2	6 . 410	»	.003	.004	.005
104	6 . 411	»	.001	.002	.003
107 1/2	6 . 412	»	.001	.002	.003





LÉ CREUX.

issement de l'ame.

S LES COUPS.

	100°.	125°.	150°.	175°.	200°.	225°.	250°.
	.000	.000	.000	.000	000	.000	.000
	.000	.000	.001	.001	.001	.001	.001
	.001	.001	.001	.001	.002	.002	.002
	.001	.001	.001	.001	.002	.002	.002
	.001	.001	.002	.002	.002	.002	.002
	.001	.002	.002	.002	.002	.002	.002
	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002
	002	.002	.003	.003	.003	.003	.003
	.003	.003	.005	.005	.005	.005	.005
	.003	.003	.004	.004	.004	.004	.004
	.002	.003	.003	.004	.004	.004	.004
	.002	.002	.003	.004	.004	.004	.004
	.002	.002	.004	.005	.005	.005	.005
	.004	.005	.006	.007	.007	.007	.007
	.003	.010	.010	.013	.013	.013	.013
	.010	.012	.018	.018	.018	.018	.018
	.013	.013	.018	.018	.018	.018	.018
	.013	.013	.018	.018	.018	.018	.018
	.014	.014	.018	.018	.018	.018	.022
	.014	.015	.018	.018	.018	.019	.027
	.015	.016	.019	.019	.020	.032	.037
	.016	.020	.020	.020	.020	.028	.042
	.020	.025	.025	.025	.027	.036	.048
	.026	.031	.031	.034	.035	.041	.053
	.027	.035	.036	.036	.036	.047	056
	.026	.028	.035	.037	.037	.053	.053
3	.023	.023	.023	.023	029	.033	.042
06	.007	»	.008	.008	»	.008	.012
04	.005	»	.005	.005	»	.006	.008
003	.003	»	.004	.004	»	.004	.006

RAPPORT

SUR LA

FABRICATION ET L'ÉPREUVE EXTRÊME DE DEUX COLOMBIADES

DE 8 POUCES ET DE DEUX DE 10 POUCES

[redacted]

RAPPORT.

SUR LA FABRICATION ET L'ÉPREUVE A L'EXTRÊME DE 2 COLOMBIADES DE 8 POUCES ET DE 2 DE 10 POUCES, UNE DE CHAQUE ESPÈCE AYANT ÉTÉ FONDUE PLEINE ET L'AUTRE CREUSE.

Washington, 24 janvier 1852.

COLONEL,

Je vous soumets ici un rapport sur la fabrication et l'épreuve à l'extrêmed e deux colombiades de de 8 et de 10 pouces, coulées aux ateliers métallurgiques du fort Pitt.

Comme la question est d'une haute importance, j'ai jugé convenable, au risque de sembler monotone, de relater minutieusement tous les procédés tant de fabrication que d'épreuve de ces canons, afin que d'autres aient les moyens de tirer des conclusions des résultats présentés, ou que ceux qui s'engageraient dans de semblables expériences trouvent dans ce travail toute l'assistance désirable.

Comme dans des recherches de cette nature, la marche peut être rendue baucoup plus facile par

les connaissances et les idées de fondeurs intelligents et pratiques, je propose de fournir des copies de ce rapport, à ceux qui par une longue expérience du coulage des canons, seraient en mesure de profiter d'utiles renseignements sur ce sujet.

Je suis, etc.

W. Wade.

Au colonel H. K. Craig, colonel d'artillerie.

[redacted]

RAPPORT

SUR LA FABRICATION ET L'ÉPREUVE DE COLOMBIADES DE 8 POUCES ET DE 10 POUCES, COULÉES DANS LES ATELIERS MÉTALLURGIQUES DU FORT PITT, PAR MM. KNAP ET Cᵉ, 1851.

Les colombiades de 8 pouces furent coulées le 30 juillet 1851. Le fer employé sortait du fourneau Greenwood à New-York, et se composait des qualités suivantes : 36/100 du N° 1 ; — 25/100 du N° 2, et 39/100 du N° 3. On fit fondre 28,000 livres de métal en deux fourneaux (12,500 dans l'un et 15,500 dans l'autre). Environ 3/4 du métal était de 2ᵉ fusion, l'autre 1/4 de 3ᵉ fusion. En conséquence, les colombiades se composaient d'environ 3 parties de 3ᵉ fusion et 1 partie de 4ᵉ fusion.

Après le fondage, le fer liquide resta dans les fourneaux pendant deux heures et demie exposé à une haute chaleur ; on le fit ensuite couler, par des courants séparés, dans un réservoir commun, et en même temps. De là, on le fit sortir par un seul courant de quelques pieds qui ensuite se divisait en deux branches, conduisant à un moule, et remplissant ces moules en même temps.

Deux des moules furent disposés dans des puits ouverts; une des coulées fut faite pleine et refroidie de la manière ordinaire, sans chauffer ou couvrir le puits; l'autre fut coulée creuse au moyen d'un noyau formé sur un tube de fer fondu sans lequel un courant d'eau passe constamment pendant le refroidissement du fer.

Le tube-noyau est imperméable, et fermé à sa partie inférieure. L'eau descend au fond du noyau au moyen d'un tube placé à l'intérieur, au centre, et qui est ouvert à sa partie inférieure; elle monte dans l'espace annulaire laissé entre les deux tubes, sort du noyau par un point plus élevé que la coulée et s'écoule à l'état chaud.

On alluma au fond du puits, immédiatement après la coulée, un feu qui fut entretenu pendant soixante heures. Le puits était couvert, et la caisse en fer contenant le moule à canon fut maintenue à une température aussi haute qu'elle pouvait la supporter, c'est-à-dire, à peu près à la chaleur rouge, pendant tout le temps.

L'eau passait dans le noyau à raison de 21 et 1/2 pieds cubes par minute, ou 150 pieds par heure. Vingt heures après la coulée, le noyau fut retiré, et l'eau circula dans la cavité qu'il avait formée, avec la

[redacted]

même vitesse pendant 40 heures; ce qui faisait en tout 65 heures. La quantité totale d'eau passée dans la coulée est d'à-peu-près 10,000 pieds cubes, pesant environ 300 tonneaux, ou environ 5 fois le poids de la coulée. La chaleur communiquée à l'eau par la coulée est égale à 6° pour la masse d'eau employée.

Deux colombiades de 10 pouces furent coulées le 21 août. On employa du fer Greenwood, de même qualité que celui qui avait été fondu pour les canons de 8 pouces. Un neuvième environ était de 1re fusion, 5/9es de 2e fusion, 1/3 de 3e fusion. On opéra le fondage en trois fourneaux, contenant 12,000, — 15,000, et 19,000 livres; en tout 46,000 livres. Le fer liquide resta en fusion 2 heures 1/4 et fut évacué de tous les fourneaux simultanément, pour passer dans un réservoir commun, d'où il sortait par un seul jet. Ce courant était conduit au fond du puits, et de là, se divisant en deux branches, il entrait dans la partie inférieure des deux moules en même temps.

Les deux moules étaient placés dans le même puits. Un des canons fut fondu plein, l'autre sur un noyau creux et refroidi en dedans par un courant d'eau, comme il a été dit plus haut. Tout l'espace restant dans le puits à l'extérieur des moules avait été rempli de sable à moulage, battu. On avait fait cela, par-

ceque les caisses en ferdes moules n'étaient pas assez larges pour recevoir l'épaisseur ordinaire de terre glaise dans les parois du moule. On craignit que la chaleur de la grande masse de fer ne vînt à traverser le mince moule, et échauffant les caisses en fer ne les fît céder, ce qui aurait amené l'écoulement du fer hors des moules. En conséquence, l'extérieur du moule du canon creux de 10 pouces, au lieu d'être exposé à l'air chaud pendant son refroidissement comme cela avait eu lieu pour le canon creux de 8 pouces, fut entouré de sable vert, ce qui amena un refroidissement plus rapide de la surface extérieure de la coulée. On fit passer de l'eau par le noyau à raison de 4 pieds cubes environ par minute, ou 240 pieds par heure, pendant 94 heures; ce qui faisait en tout 22,560 pieds pesant environ 700 tonneaux ou 70 fois le poids de la coulée. L'élévation moyenne de température de toute l'eau passée par le noyau en 94 heures avait été environ 3 1/2°. Au bout de ce temps on essaya, mais sans succès, de retirer le noyau de la coulée. La contraction du fer qui l'entourait le retenait si solidement, que la partie supérieure se brisa, tandis que le bas resta engagé dans la coulée. On diminua alors la vitesse du courant d'environ 2 pieds par minute, et la circulation

continua encore dans le noyau pendant 48 heures. La quantité qu'on avait fait circuler tant dans les canons de 8 pouces que dans ceux de 10 pouces, était égale en poids, au poids de chaque coulée, au bout d'environ 1 heure 20 minutes.

Les colombiades de 8 pouces furent achevées et on en commença, le 28 août, l'épreuve qui fut continuée jusqu'au 2 octobre. L'épreuve des colombiades de 10 pouces commença le 7 octobre et fut terminée le 18 octobre.

Pour charger et tirer d'une manière convenable, les colombiades avaient été suspendues par des tringles en fer à des châssis triangulaires faits de bois de pin brut. Un côté de chaque triangle reposait sur le sol; les semelles de chaque paire de triangles ayant 10 pièces d'écartement, et les sommets 4 pieds. Chaque côté de la paire avait, vers le centre, une inclinaison de 3 pieds. Une flèche oscillante d'acier fondu de 214 pouces carrés, appuyée sur des plaques d'acier, est placée au sommet des tringles. Les tiges de suspension sont attachées au dessus à la flèche mobile et au dessous à un collier placé au collet des canons et à des bretelles qui passent au-dessous et derrière la culasse. Les deux tiges de front, pour les canons de 8 pouces, ont 5/8 de pouce carré; et

pour les canons de 10 pouces, 3/4 de pouce, les tringles qui supportent l'arrière du canon de 8 pouces ont 3/4 de pouce carré, et pour les canons de 10 pouces 1 pouce carré. Le poids du tout : flèche, tringles et bretelles, est pour les canons de 8 pouces, de 344 livres, et pour ceux de 10 pouces de 505 livres.

La distance verticale entre les axes des canons au repos et les axes de mouvement est de 24 pieds 8 pouces. L'arc de recul des canons de 8 pouces est d'environ 25 dégres, et pour ceux de 10 pouces, d'environ 26 degrés lorsqu'on tire à boulet plein.

Afin de retrouver les boulets sains après le tir, un but en terre avait été élevé à environ 20 yards en avant des canons, au pied d'un monticule. Le but était formé de poutres brutes, dont le bas était enfoncé dans la terre et le haut maintenu par des jumelles en bois, ce but avait 16 pieds de large et 14 de profondeur; il était rempli jusqu'à la hauteur de sept pieds, avec de la terre à la pelle. Des trous pour le passage des boulets avaient été pratiqués en avant et en arrière du but, dans le bois; ils avaient environ 2 pieds de haut et 3 de large et étaient garnis de broussailles pour maintenir la terre. Les boulets passaient au travers du but et allaient

[redacted]

se loger au-delà dans le monticule ou roulaient sur le sol.

Pour protéger les canonniers, on avait élevé une barrière semblable au but, derrière les canons, avec une forte couverte qui se projetait en arrière.

On employa pour le tir des capsules à friction. On les faisait partir au moyen d'une petite corde qui passait des canons à l'arrière de la barrière. Les capsules réussissaient tant que les lumières restaient à leur diamètre originel ou à peu près; mais lorsque celles-ci devenaient plus larges, on était obligé d'introduire des coins dedans pour éviter que les capsules n'éclatassent sans brûler. L'élargissement de la lumière, empêchait souvent aussi la capsule de communiquer le feu à la poudre.

On trouva que l'appareil de suspension et le but répondaient parfaitement à ce qu'on en attendait. On tirait aisément 80 coups par jour, en cinq heures de temps, avec sept hommes, pour les canons de 8 pouces; avec neuf hommes, dans le même temps, on tirait 60 coups, des canons de 10 pouces. Après chaque coup, on allait rechercher le boulet et on le rattachait à un sabot au moyen de lanières. Afin que le projectile ne s'échauffât pas trop, on employait un jeu de 6 à 8 boulets, qu'on

lançait alternativement. La terre fut jetée hors du but en si grande quantité, qu'on fut obligé de la replacer au bout de 10 coups tirés avec le canon de 10 pouces et 15 coups du canon de 8 pouces. On tirait quelquefois 15 coups du canon de 8 pouces en 30 minutes.

Afin d'éviter toute inégalité dans la force des charges d'épreuve, ou dans la température, lorsqu'on tirait, ou d'autres causes qui pussent influer sur la durée des canons, les deux canons à comparer étaient tirés alternativement ; une décharge de l'un, une décharge de l'autre, jusqu'à éclatement ; et on continuait le tir avec le seul canon qui restait. La poudre des cartouches, était du même numéro, et prise dans la même caisse.

On avait attaché des sabots au boulet, afin de remplir l'espace entre la cartouche et le boulet.

Les charges employées dans l'épreuve étaient les suivantes :

CHARGES D'ÉPREUVE.

8 pouces.	1er coup	— 12 liv. poudre,	1 boulet avec sabot, 1 bouchon.
	2. —	— 15 « «	1 obus avec sabot.
10 pouces,	1er coup.	— 20 l. poudre,	1 boulet avec sabot, 1 bouchon.
	2e «	— 24 l. «	1 obus avec sabot.

[redacted]

CHARGES DE SERVICE.

---

8 pouces. — 10 liv. poudre, 1 boulet avec sabot.
10 — — 8 1
Poids des boulets de 8 pouces, 63 1/2 livres.
— des obus 48 1/2 «
— des boulets de 10 pouces, 124 livres.
— des obus 91 livres.

La poudre était toute de la fabrique de Dupont, 1837. La portée moyenne d'épreuve en tirant les canons de 8 pouces était de 297 yards et 1/2 ; pour les canons de 10 pouces elle était de 299 yards.

Lorsqu'on les tirait avec charge d'épreuve, les canons reposaient sur le sol ; ils étaient ensuite suspendus dans l'appareil où ils restaient pendant toute la durée du tir avec charge de service.

Le nombre de coups tirés avec chaque pièce, y compris les charges d'épreuve, est comme suit :

Canon de 8 pouces, n° 3, fondu plein,... 73 coups.
« de 8 « n° 4, fondu creux... 1500 »
« de 10 « n° 5, fondu plein.. 20 »
« de 10 « n° 6, fondu creux.. 249. »

Chacun de ces canons, sauf le canon de 8 pouces, n° 4, fondu creux, éclata au dernier coup ; celui-ci est resté intact, et paraît capable de supporter un plus long service.

Deux des canons brisés se fendirent dans la cu-

lasse et le renfort, en parties à peu-près égales; la cassure se dirigeait vers les tourillons et se terminait sur les côtés opposés de la volée. Le canon de 10 pouces, n° 5, se divisa en deux pièces seulement. Le plan de fracture est à peu près parallèle aux tourillons; la partie inférieure de la culasse et du renfort reste attachée à la volée; la partie supérieure, pesant 4400 livres, fut lancée par derrière, à environ 80 pieds de distance. Dans sa course elle brisa une branche d'arbre, sur le côté du monticule, à environ 60 pieds au dessus du niveau auquel se trouvait le canon au moment du tir. Le plan de fracture du canon de 10 pouces, n° 6, est dans la lumière; il s'étend dans la volée jusqu'au collet où il se divise. La fracture du canon de 8 pouces, n°3, est diagonale, et se trouve entre la lumière et les tourillons.

Les dessins ci-joints, pl. 1, 2 et 3, représentent les fractures des canons brisés. La fracture du canon de 10 pouces, fondu creux, présentait des cavités ou fissures sur la surface fracturée, près de l'avant de la volée. Ces fissures sont irrégulières et présentent dans quelques parties des creux d'un demi pouce de large et de 4 ou 5 pouces de longueur et de profondeur; dans d'autres parties le métal a l'aspect spongieux; ceci a lieu à 10 ou 14 pouces en dessous du collet,

[redacted]

dans la partie la moins épaisse de la coulée, là où le métal en se refroidissant devient le plus tôt solide. La position des fissures marque la place où le fer est resté le plus longtemps liquide dans cette section de la coulée; il est évident que ces fentes se sont formées par le déplacement du fer qui descendait pour remplir les vides résultant du tassement inférieur. La masse du métal au-dessous étant plus grande, il en resta une portion à l'état liquide pendant une plus longue période de temps et jusque après qu'une section perpendiculaire au collet fût devenue solide; et cette partie solide empêchant la descente du métal liquide de la massetotte située au dessus, le tassement du dessous ne pouvait être comblé que par ce qui provient de l'endroit où se trouvent les fissures, c'est-à-dire, précisément au-dessous de la section verticaleducollet, où le métal est devenu tout d'abord solide partout.

La surface de cette partie de la section perpendiculaire qui est en dehors des fissures est de 7/10mes de la surface totale; et la partie où se trouvent les fissures est de 3/10me. Ceci indique que 7/10mes de la chaleur contenue dans le métal liquide ont passé, à travers la surface extérieure, au moule, où ils se

sont perdus, et que les 3/10mes. restant ont passé dans l'âme et ont été enlevés par l'eau.

On suppose que ces fissures ne diminuaient pas la durée du canon. En examinant la surface de la fracture, il a semblé que les gaz provenant de l'inflammation de la poudre passaient principalement dans les parties adjacentes à la charge. Les surfaces fracturées vers la chambre, la culasse et le renfort, étaient fortement marquées par la poudre, tandis que les autres ne présentaient pas la moindre tache. Ceci prouve que le canon a commencé à se fendre vers la chambre et la culasse, et que la majeure partie de la charge s'échappait là par les fissures, avant que la pièce n'eût éclaté jusqu'au bout.

Comme le canon de 5 pouces fondu creux est resté intact, on ne peut s'assurer s'il contient des cavités à l'intérieur comme dans le canon de 10 pouces. On croit cependant que, s'il y a de semblables fissures, elles doivent se trouver près de la surface extérieure du canon, parceque lors du refroidissement, on l'avait entouré d'air chaud ce qui avait retardé l'abaissement de température à l'extérieur, tandis que le refroidissement du canon de 10 pouces avait été accéléré par le sable vert qui l'entourait.

On a trouvé quelques légères fissures à la surface

[redacted]

des âmes, vers la région de la charge, mais aucune d'elles n'a d'étendue appréciable.

Les âmes et les lumières furent mesurées de temps à autre à diverses périodes du tir.

Les mesures étaient généralement prises le matin avant de commencer le feu, afin d'éviter de laver le canon quand il était échauffé par un tir précipité. On donne ces mesures dans le tableau suivant.

L'élargissement des âmes est très limité quant à l'étendue, et se produit vers l'endroit où est le boulet avant le tir ; en examinant des fragments de canons éclatés, on a reconnu que l'élargissement se produit à la partie supérieure de l'âme; ceci indique que le gaz et les parties non consumées de la poudre, en passant au-dessus du boulet, exercent une pression sur la surface supérieure de l'âme.

En comparant l'élargissement produit par un nombre égal de coups tirés, dans des canons fondus pleins et dans d'autres fondus creux, on a remarqué que dans les deux couples l'élargissement est moindre dans les canons fondus creux.

Les mesures des lumières ne représentent pas tout l'élargissement parceque l'instrument de mesurage n'entre pas dans les cavités sinueuses formées à l'intérieur.

La lumière du canon de 8 pouces, n° 4, fut bouchée, après 300 coups tirés, avec de l'acier fondu. Après avoir fait feu 625 fois avec la lumière d'acier, on essaya de la retirer pour en mettre une autre, mais on n'y put réussir. La partie supérieure de cette lumière était déchirée tandis que celle de l'intérieur du canon était restée intacte. On remplit alors la cavité qui s'était formée avec de l'étain fondu, puis on perça un nouveau trou à environ 30° du premier et perpendiculairement à l'axe de l'âme. Avec cette nouvelle lumière on tira 575 coups. Plusieurs fois l'étain fut enlevé et remplacé par d'autre. Plus tard on employa du zinc au lieu d'étain, et on s'en trouva mieux. La plus grande durée de l'étain était de 85 coups, et celle du zinc 280 coups. Les lumières pratiquées dans de l'acier fondu durent quelque peu moins que celles percées dans le métal même du canon; mais la différence est peu importante.

Des effets produits par les essais ci-dessus, il résulte que le nombre maximum de coups à tirer avec une lumière, est de 300 au maximum pour des canons d'aussi large calibre; et qu'alors elle doit être renouvelée, non en bouchant, mais bien

[redacted]

en remplissant la lumière de zinc fondu pour en percer une nouvelle ailleurs.

On a pris des échantillons des masselottes de tous les canons, et des diverses parties des fragments de canons brisés dans les épreuves; tous ont été essayés. La position des divers échantillons dans les canons est indiquée dans les dessins ci-joints, pl. 1, 2 et 3. Les résultats des essais sont présentés dans le tableau ci-après :

ESSAIS D'ÉCHANTILLONS DE

ÉCHANTILLONS. Coulées.	ÉCHANTILLONS. Marques.	Haut. au dessus de l'arrière de la plate-bande. Pouces.	POSITION Ex près de — Densité.
Canons de 8 p. fondus pleins masselotte	3 H	121	7,289
Canons de 8 p. fondus pleins volée........	3 G 23	83	7,285
Canons de 8 p. fondus creux. masselotte...	4 H	121	7,281
Canons de 8 p. fondus creux. double........	4 H D	131	7,289
Moyenne des canons de 8 pouces.	....	....	7,286
Can. de 10 p. fond. plein. masselotte	5 H	122	7,273
	5 G 81	81	7,271
	5 G 51	51	7,289
corps du c.	6 G 36	36	7,275
	5 G 17	17	7,292
Moyenne....................................	....	....	7,280
Can de 10 p. fondu creux masselotte	6 H	122	7,296
	6 G 86	86	7,300
corps du canon..	6 G 59	59	7,297
	6 G 39	39	7,301
	6 G 18	18	9,291
Moyenne..	....	....	7,294
Moyenne de sept sections perpendiculaires où des échantillons ont été pris pour chacune à l'ext , au milieu et à l'intérieur.	....	....	7,292

Les essais des nombreux échantillons tirés des masselottes et de diverses parties des canons après leur éclatement. prouvent que le fer employé pour tous les canons est d'une qualité supérieure. La densité moyenne de tous les échantillons est 7. 290, et la moindre ténacité présentée par l'un des 38 échantillonsest au delà de 34000. La ténacité moyenne de tous les échantillons essayésest 34, 800.

[redacted]

COLOMBIADES DE 8 ET DE 10 POUCES, EN FER. 1851.

DES ECHANTILLONS DANS LES COULÉES.

lérieur. l'extérieur.	Milieu entre l'âme et l'extérieur.		Intérieur près de l'âme.		Moyenne à chaque section perpendiculaire	
Ténacité.	Densité.	Tenacié.	Densité.	Ténacité.	Densité.	Ténacité.
36891			7,295	39031	7,292	37961
39298	7,287	36170	7,280	38557	7,283	38008
43630	7,287	34540	7,290	36090	7,286	38093
41151	7,284	34278	7,294	36123	7,287	37184
40247	7,284		7,298	37460	7,287	37814
40457					7,273	40457
36147			7,314	40099	7,292	38123
35289			7,294	34456	7,292	34887
34216			7,320	36826	7,297	35321
37654			7,297	35683	7,295	36620
38753			7,306	36749	7,290	7122
40997	7,313	42433	7,303	42423	7,306	41952
49436			7,260	38656	7,273	40043
42038	7,276	34384	7,289	35500	7,287	37507
33304	7,308	37543	7,286	34776	7,299	35874
35884	7,314	39263	7,308	37026	7,304	37392
39730	7,303	38407	7,287	37077	7,294	38313
39760	7,293	36915	7,293	37214	7,293	37973

Si l'on compare les résultats moyens obtenus des divers canons, on verra que la différence entre eux est peu considérable, et que la qualité du fer dont ils étaient formés peut être regardée comme essentiellement la même.

La qualité dans diverses parties du même canon, présente des différences marquées. Parmi les diverses sections perpendiculaires prises à différentes

hauteurs au-dessus de la culasse, les échantillons qui provenaient des masselottes présentaient pour les plus élevées la qualité la meilleure. Les suivantes en ordre décroissant de force, étaient ceux qu'on avait tirés de la volée près du collet, puis ceux du renfort, vis-à-vis de la chambre. La qualité inférieure se trouve dans les tourillons, au-dessus et au dessous. Ces différences sont de même pour les deux canons comparés, dont l'un a été fondu plein et l'autre fondu creux ; si elles paraissent suffisamment marquées pour en déduire une loi limitée peut-être, à des canons de même matière et de même volume.

Une différence apparaît même dans les échantillons pris dans diverses parties de la même section; mais cette différence est plus marquée dans les canons fondus creux que dans ceux fondus pleins. Dans le canon de 10 pouces fondu plein, la ténacité moyenne des échantillons pris à l'extérieur et à l'intérieur est absolument égale; — tandis que dans le 10 pouces fondu creux, les échantillons pris à l'extérieur dépassent de beaucoup les autres. Dans la section du dernier canon, qui sortait de la volée près du collet, laquelle est marquée 6 G 86 au tableau qui précède, la différence entre les échantillons de l'extérieur et de l'intérieur est si grande qu'elle avait été tout d'a-

[redacted]

bord attribuée à des erreurs dans les essais. Mais de doubles et même de triples échantillons ayant été pris dans la même section, ils ont donné les mêmes résultats. Le résultat consigné dans le tableau est la moyenne des essais faits sur trois couples d'échantillons pris dans la même section, et il est important de noter que cette section est celle qui contenait les fissures dont il a été parlé plus haut. La position relative des fissures et des échantillons est donnée dans un des dessins. Avec chaque coulée de fer de deuxième fusion on avait préparé des barres d'épreuve ; la moyenne des essais a donné pour la densité 7.230, pour la ténacité 34500.

L'instrument proposé par le lieutenant Rodman et approuvé par le Département, pour déterminer les augments successifs de vitesse communiqués au boulet par la poudre, dans la course du projectile à l'intérieur de la pièce, fut appliqué au canon de 10 pouces, n° 6. On ne l'employa que dans quelques essais faits pour observer sa marche et le perfectionner dans ses détails. Tandis qu'on y faisait quelques modifications jugées nécessaires, le canon éclata, ce qui empêcha tout essai ultérieur de l'instrument. Le peu d'expériences qu'on a faites ont cependant suffi pour démontrer que cet instrument remplira d'une manière satisfaisante le but qu'on se propose.

Ces observations, tout imparfaites qu'elles soient, paraissent prouver que le boulet acquiert sa vitesse maximum, dans les premiers trois-quarts de la longueur de la pièce, et que cette vitesse reste uniforme dans le dernier quart qui se termine à la bouche.

On a mesuré dans ces essais les arcs de recul du canon; et si on les déduit de la vitesse du boulet, celle-ci paraît être de 1530 pieds par seconde. Mais ceci, de même que le point où le boulet a atteint sa vitesse maximum, étant basé sur des données inexactes obtenues des essais préliminaires, n'est pas présenté comme certain.

La durée relative des divers canons essayés est le plus important des résultats qu'on ait obtenus. Afin de présenter synoptiquement les résultats de tous les essais faits à diverses périodes, on les donne ensemble dans le tableau suivant :

Date.	Désignation.	Qualité des canons		Coups tirés.	
		Densité.	Ténacité.	Plein.	Creux.
1749	Première paire, 8 pouces.....	7,223	27488	83	251
1831	Seconde paire, 8 pouces.......	7,287	37814	73	1500
1851	Troisième paire, 10 pouces...	7,292	37817	20	289
	Total des coups de feu....	. . .	. . . .	178	5000
1844	Essais faits à Boston sur 2 canons pleins — 8 pouces	7,276	26367	741	....
	Essais faits à Boston sur 2 canons pleins — 10 pouces	...	....	612	613

On ne prit aucun échantillon pour l'essai du canon de 10 pouces, coulé plein en 1844; mais le

fer était de la même qualité que celui du canon de 8 pouces coulé à la même époque.

Les charges employées dans les 10 derniers coups du canon de 10 pouces coulé en 1844, avaient été augmentées graduellement depuis la charge de service jusqu'à 22 livres de poudre et 4 boulets.

On verra que la durée des canons coulés creux dépasse de beaucoup celle des canons coulés pleins, et cela pour tous les cas et pour des canons coulés en paire, en même temps et avec la même matière.

La différence, dans un des cas, était dans une proportion de plus de vingt-un; et pour l'ensemble de plus de onze à un. Cette grande différence qui se représentait dans tous les cas où des canons étaient coulés et essayés en paires, ne pouvait, on le suppose, être le résultat de causes accidentelles; car les procédés employés pour s'assurer d'une parfaite égalité dans la matière, dans les deux canons de chaque paire, et d'une complète uniformité dans les épreuves, semblent devoir détruire la supposition qu'il ait pu exister des inégalités inconnues soit dans la coulée, soit dans l'épreuve des canons. En conséquence, les différences considérables remarquées dans la durée doivent être attribuées aux différentes méthodes de refroidir le métal, et à elles seules.

Le tableau, néanmoins, présente d'autres anomalies qui ne peuvent être expliquées ; la plus frappante ressort de la comparaison de la force du fer mesurée par la résistance à des points connus, sous l'effort direct de la machine d'épreuve, avec sa résistance à un effort central, produit par la poudre enflammée.

Les deux canons coulés pleins en 1844 donnent par la machine d'épreuve une force de 26, 367 livres, et les deux autres, coulés pleins aussi, en 1851, 37,814 livres ; tandis que la durée moyenne au tir d'épreuve est pour les premiers de 671 coups et pour les derniers de 93 coups.

Des trois canons fondus creux, deux qui ont donné une force égale à la machine présentent cependant une grande différence dans la durée; tandis que deux autres, qui présentent une durée égale, diffèrent beaucoup sous des essais directs. De ceci il ressort que la différence dans les méthodes de refroidir la coulée, si elle augmente beaucoup dans certains cas la force du *canon*, ne détruit ou n'affecte jamais la force du fer. Pour ces résultats comme pour d'autres, qui semblent discordants ou bizarres, nous devons chercher une explication dans les lois qui gouvernent la contraction du fer lorsqu'il se refroidit.

La suite au prochain numéro.



JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES.

SUITE DU RAPPORT SUR LA FABRICATION ET L'ÉPREUVE A L'EXTRÊME DE DEUX COLOMBIADES DE 8 POUCES ET DE DEUX DE 10 POUCES.

(Voir le numéro de Janvier et Février, page 140.)

Daniell prétend que la dilatation linéaire du fer coulé, entre 62° et son point de fusion, (2786°) est 0,016389, ce qui est l'équivalent de 1/61° de sa longueur. On sait aussi que la contraction, sous d'égaux abaissements de température, est différente pour des fers de qualités différentes. Le fer doux, gris, qui contient une grande quantité de carbone, se contracte le moins; et celui que les fondeurs appellent *supérieur*, qui est dur, léger et à grain serré, et qui contient le moins de carbone, se contracte le plus, toutes circonstances étant égales. La contraction du même fer est plus ou moins grande, selon que la rapidité avec laquelle il a été refroidi est plus ou moins grande. Celui qui a été refroidi le plus rapidement se contracte le plus. Tout fondeur expérimenté sait cela, et dispose en conséquence ses moules

de façon à ce que toutes les parties de la même coulée se refroidissent également. Dans le coulage de grosses roues de machines ou de chariots pour chemins de fer, où le moyeu est généralement plus massif que les rais ou la jante, il n'est pas rare de voir le fondeur retirer le sable de l'intérieur du moyeu et y jeter de l'eau pour hâter le refroidissement de cette partie et la forcer de conserver ainsi l'équilibre avec les rais et la jante. Si cette précaution était négligée, les rais pourraient se briser avant que la coulée ne fût froide, ou plus tard ils se briseraient au moindre choc.

La cause peut être expliquée ainsi :

La jante et les rais étant moins massifs et plus tôt refroidis, se contractent à l'intérieur dans la direction du moyeu, tandis que ce dernier est encore liquide. La contraction, si grande qu'elle soit, ne produit aucun effort, parce que le fer liquide du moyeu ne présente aucune résistance aux rais. Mais lorsque le moyeu devient solide, sa température est au point de fusion tandis que celle de la jante et des rais est beaucoup plus basse; en conséquence, la contraction doit dès ce moment être plus forte dans le premier que dans les derniers. Le moyeu, dans ses efforts pour contracter son diamètre, après que la jante et les rais se sont solidifiés, tire les rais à l'intérieur, et

comme la jante résiste à ce mouvement, elle subit une compression, tandis que les rais éprouvent une étiration. Et comme la puissance du fer pour résister à une pression est six fois plus grande que sa puissance pour résister à une étiration, les rais cèdent à la force *tensive* et se séparent en deux.

Par application de ces lois de contraction au coulage et au refroidissement des canons, supposons qu'un cylindre plein, d'un diamètre indéfini, soit coulé plein et refroidi de la manière ordinaire. Au moment où on le coule, le fer est à une température plus haute que le point de fusion. Il se refroidit jusqu'à ce que la surface arrive au point de solidification, et à l'instant il s'est formé un mince cylindre qui renferme en lui du fer liquide à une plus haute température.

Après un laps de temps déterminé un second cylindre mince se forme en dedans du premier; à ce moment le premier cylindre a déjà perdu une certaine portion de sa chaleur, et sa température étant tombée au dessous du point de solidifications, est plus basse que celle du second cylindre.

Un troisième se forme ensuite en dedans du second; à ce moment, les températures des deux premiers cylindres sont plus basses que la sienne; de sorte que

l'on a trois cylindres à trois températures différentes.

Supposons une série de solidifications successives de cette sorte, jusqu'à ce que tout le fer liquide devienne solide, au moment où cela arrivera, le premier ou le cylindre extérieur, sera descendu à la température des corps environnants. La différence de température entre l'extérieur et le centre de la coulée sera alors d'environ 2700°.

Dans une coulée, ainsi formée par solidifications successives, chaque couche venant se former sur celle qui la précède et qui est à une plus basse température, on suppose, qu'à l'instant où la dernière portion du liquide devient solide, elle doit être complètement affranchie de toute contraction; mais comme à ce moment l'extérieur de la coulée est descendu à une température où la contraction a cessé, que l'intérieur reste juste au point de fusion, 2700° plus haut, la contraction qui appartient ce dernier (1/61 de ses dimensions linéaires) devra arriver dans le centre, après que l'extérieur aura cessé de se contracter. L'effet d'une pareille contraction doit être d'exercer une force compressive à l'extérieur, et une d'étiration à l'intérieur. Le point neutre, ou la ligne restant affranchie de compression et d'étiration, se trouverait, on le suppose, à environ un septième du rayon de la surface

extérieure. La somme de contraction dans un canon de 10 pouces, refroidi, comme on l'a supposé plus haut, avec une différence maximum de température, serait d'environ 2 pouces de sa longueur et 1/2 pouce de son diamètre; et les 6/7mes de cette dernière proportion se produiraient dans le sens du centre à la circonférence et tendraient à faire fendre le canon.

Ce qui précède est un cas extrême supposé, où se trouverait la différence maximum de température entre l'intérieur et l'extérieur, condition qui n'existe jamais dans la pratique; mais cela peut cependant servir à expliquer la loi qui régit la contraction du fer, et ce qu'on suppose être préjudiciable aux coulées inégalement refroidies. Il n'y a pas de doute dans ce fait, que le fer inégalement refroidi subit des contractions inégales d'un effet plus ou moins désavantageux. Ce qui reste indéterminé, c'est la valeur exacte des conséquences de pareils efforts. La conséquence, dans le cas extrême supposé, serait indubitablement de produire une rupture à l'intérieur de la coulée. Et on croit qu'un effort plus ou moins grand de cette espèce, existe dans tous les gros canons coulés pleins, et qu'il s'exerce dans une direction tendant à aider la force centrale de la charge à faire éclater le canon. Dans le cas

du canon de 10 pouces coulé plein, qui éclata au 20e coup, comme il était d'un grand diamètre et fabriqué avec du feu supérieur, — deux causes qui contribuaient à une forte contraction, — on suppose que l'effort produit était à peu près suffisant par lui-même pour fendre la pièce et que quelques coups de feu seulement étaient nécessaires pour achever sa destruction.

Plus la différence de température entre les diverses parties de la même coulée, pendant le refroidissement, sera grande, plus l'effort sera puissant. C'est pourquoi en coulant des canons pleins, on devrait avoir pour but de retarder le refroidissement extérieur, autant que possible, afin de réduire la différence au minimum. On recommande donc comme la meilleure méthode pour arriver à ce but, de chauffer le moule de canon et le puits qui le contient, autant que ceux-ci le pourront supporter avec sécurité, et d'entretenir la chaleur jusqu'à ce qu'on ait atteint l'équilibre. On croit, toutefois, qu'un refroidissement si lent affecterait matériellement la qualité du fer, en diminuant sa densité et sa ténacité.

La contraction de fer supérieur, dur et fort, est plus grande que celle du fer doux, gris et moins tenace, et en conséquence l'effort préjudiciable est moins grand dans le dernier que dans le premier.

C'est à l'influence de cette loi et à ces conséquences que nous devons en majeure partie attribuer les résultats extraordinaires mentionnés précédemment, relatifs à deux canons fondus pleins en 1851 et comparés avec des canons semblables, coulés en 1844. Les premiers étaient faits de fer supérieur qui donnait à l'essai une force moyenne de 37814 livres par pouce carré et une durée moyenne de 46 coups : les derniers étaient faits en métal de qualité inférieure qui donnait à l'essai une moyenne force de 26,367 livres et une durée de 671 coups.

De tout ceci il semble résulter qu'il vaut mieux dans la pratique chercher à réduire l'effort dans la coulée que d'augmenter la force du fer ; et il s'ensuit, qu'afin de diminuer l'effort de contraction dans les gros canons, coulés pleins, on devrait employer les qualités de fer les plus douces et les moins tenaces.

Si ces conclusions sont bien fondées, comme on le suppose, il faut, en fabriquant de gros canons à couler pleins, commencer par choisir le fer le plus doux et le plus faible, et ensuite améliorer sa densité et sa force par un refroidissement lent, afin de prévenir les conséquences dangereuses d'efforts dans le fer résultant de contractions inégales par le refroidissement. Ceci entraîne nécessairement

l'abandon des qualités de fer les plus dures et les plus solides, puisque nous ignorons l'art de les traiter. Ce sont là des conditions qu'on ne subit pas volontiers ; on devrait donc chercher à apprendre le moyen de traiter les meilleurs matériaux, de façon qu'ils puissent garder leur supériorité une fois convertis en armes. L'obstacle, ici, c'est cette loi irrésistible de la contraction sous des températures différentes, et on pense, qu'on ne pourra trouver le remède qu'en se conformant à cette loi.

La méthode inventée par le lieutenant Rodman pour accélérer le refroidissement de l'intérieur des canons en y faisant passer un courant d'eau, et en même temps pour retarder le refroidissement à l'extérieur en l'entourant d'air chaud, — semble mettre sur la voie, si du moins elle ne remplit pas complétement le but à atteindre.

Cette opinion est basée sur tous les résultats donnés par les canons coulés en paires, et sa justesse paraît être amplement confirmée par les essais des canons de 8 pouces. Le fer employé dans cette paire de canons était, à un très-haut degré, dur et solide. La cause de la prompte rupture de celui qui avait été coulé plein, au 73e coup, est la même que celle à qui on a attribué la rupture des canons coulés pleins en gros calibre, c'est-à-dire, les efforts de contraction

pendant le refroidissement. La cause de la durée prolongée de celui qui avait été coulé creux, 1500 coups, et qui est resté sain, et nous pourrions peut-être ajouter, indestructible par des charges de service, est dans ce que l'effort de contraction a été prévenu pendant le refroidissement à l'intérieur, et que le métal a pu rester ainsi capable de résister, avec toute sa ténacité primitive aux forces centrales des charges; et en outre, le refroidissement à l'intérieur peut avoir suffi pour renverser la direction des efforts et disposer mieux le métal à résister aux efforts centraux, selon la théorie de Barlow.

Mais quelle que soit la valeur des causes assignées ici pour produire la différence des résultats, le fait matériel établi est qu'avec du fer possédant les meilleures qualités,—la dureté pour résister au déchirement,—la ténacité pour résister à la rupture,—on a fait un canon coulé plein, impropre au service, tandis qu'avec la même matière on a coulé un canon creux, en même temps, doué d'une durée sans exemble.

Ce fait ne peut être négligé. Un résultat d'une si haute importance mérite une grande attention. Il n'y a pas de raison pour que nous n'obteni ons pas, toujours, avec plus d'expérience et de connais-

sances pratiques, les mêmes résultats en employant les mêmes matériaux.

Le fait de n'avoir pas obtenu les mêmes résultats dans le canon de 10 pouces, fait avec les mêmes matériaux, est sans doute une cause de doute; mais en présence des résultats donnés par les canons de 8 pouces, il n'y a rien à en conclure définitivement.

La durée moindre du canon de 10 pouces coulé plein, peut être attribuée, en partie, à sa masse plus grande qui a causé une plus grande contraction; et aussi à l'effort disproportionné et plus grand dans les charges de canons de 10 pouces que dans celles des canons de 8 pouces.

Les mêmes causes peuvent avoir affecté la durée du canon de 10 pouces coulé creux; on peut en ajouter une autre, c'est la manière imparfaite dont le refroidissement a été retardé à l'extérieur. On croit que toutes ces causes, tendaient à diminuer la durée des canons de 10 pouces, mais on ne peut que conjecturer jusqu'à quel point elles l'ont pu faire.

Quand on passe en revue tous les faits et considérations consignés ici, il paraît nécessaire de faire un nouvel essai d'une autre paire de canons de 10 pouces.

Dans les deux pièces, le fer devra être de la même

espèce que celle employée pour les deux derniers canons de 10 pouces. Une des deux sera coulée pleine, et on retardera son refroidissement extérieur, en l'entourant d'air chaud, par le moyen le plus praticable; l'autre sera coulée creuse, et le principe du refroidissement intérieur par l'eau en même temps qu'on retarde celui de l'extérieur au moyen d'air chaud, sera appliqué dans toute son étendue, comme cela a eu lieu pour le canon de 8 pouces à noyau.

Un semblable essai servirait à démontrer si le principe du refroidissement intérieur qui a si bien réussi pour les canons de 8 pouces est également applicable à ceux de 10 pouces ou à des canons plus grands, et aussi si le refroidissement lent de canons coulés pleins en chauffant l'extérieur diminue assez les efforts de contraction dans le fer de qualité supérieure, pour permettre l'emploi du fer le plus fort dans les canons coulés pleins. Ce sont là deux points de la plus haute importance dans le coulage des canons, et tous deux sont restés douteux par les résultats du dernier essai de canons de 10 pouces. Si dans cet essai tous les résultats avaient correspondu avec ceux donnés par les canons de 8 pouces, il n'y aurait plus eu de doutes, et le but important pour lequel les expériences avaient été entreprises,

serait atteint. Il semble donc indispensable de faire un autre essai de l'espèce afin d'arriver à une conclusion exacte.

On sait parfaitement que la difficulté de fabriquer des canons, présentant la même durée et la même sécurité avec des charges égales, augmente avec la dimension du calibre. Il devient donc de plus en plus important de trouver des méthodes pour vaincre cette difficulté.

Il y a dans notre service et partout ailleurs, une tendance qui ne fait que s'accroître, à agrandir le calibre des canons des navires et des forts. Dans nos forts, les calibres qui étaient de 24 livres au maximum en 1820, sont arrivés aux 10 pouces de 125 livres, en 1850: et un essai, qui n'a pas été sans quelque succès, a été fait pour les porter à 12 pouces ou 225 livres. Et on peut prédire en toute sécurité qu'on n'est pas au bout dans cette voie.

Le système du refroidissement intérieur, toutefois, n'a été employé que sur les colombiades de 8 et de 10 pouces. Comme les canons de 32 livres entrent dans une large proportion dans l'armement des forts et des navires, actuellement, et qu'on s'en servira encore longtemps, il serait utile de soumettre aux mêmes essais une paire de canons de ce calibre.

On propose donc de couler deux canons de 32, avec le même fer et en même temps; l'un sera coulé plein et l'autre creux: chacun sera refroidi de la manière employée pour les 10 pouces, et tous deux seront essayés à l'extrême par des charges de service continues.

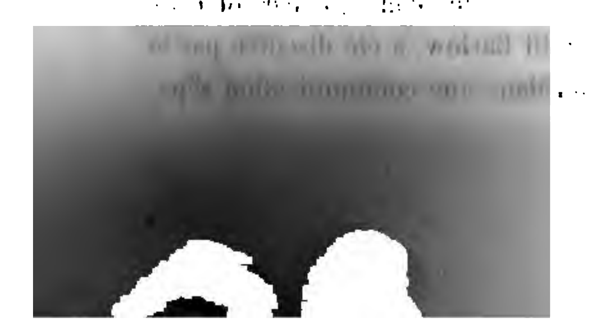
On pourrait ajouter ici, comme pour réparer une omission, une explication de la cause pour laquelle l'effort de contraction amené, dans une grande masse de fer, par d'inégales températures pendant le refroidissement, affecte si considérablement la puissance du métal de résister à une force centrale, tandis qu'il n'altère point la force d'un petit échantillon. Cette cause est que toute matière soumise à un effort d'une certaine étendue, dans les limites de son élasticité, reprend son état primitif, dès que l'effort est détruit. Si l'on détache d'une grande masse un petit échantillon, celui-ci reprend son état primitif et retrouve toute sa puissance de résister à des efforts en rapport avec sa ténacité.

La théorie générale de la loi qui régit les efforts produits sur une matière quelconque par l'action d'une force centrale, et des conséquences de cette loi, telle que l'établit Barlow, a été discutée par le lieutenant Rodman dans une communication sépa

rée. Je m'y réfère, attendu qu'elle est liée intimement avec le but général de ces expériences et qu'elle exprime des idées que je partage.

24 janvier 1852. W. WADE.

Au colonel de l'artillerie à Washington.



COLOMBIADE N° 3, DE 8 POUCES FONDUE PLEINE.

Elargissement maximum de l'âme à partir de son diamètre primitif, après les 2e et 72e coups, exprimé en millièmes de pouce.

Distance de la bouche.	2e coup.	72e coup.	Observations.
Pouces.			
10	0	0	
20	0	0	
30	0	0	
40	0	0	
50	0	0	
60	0	0	
70	0	0	
80	0	1	
85	0	1	
90	1	1	
91	1	2	
92	2	3	
92 1/2	5	9	
93	5	12	
93 1/4	5	12	
93 1/2	5	12	
93 3/4	5	12	
94	5	12	
94 1/4	4	12	
94 1/2	4	16	
94 3/4	3	14	
Chambre.			
101	3	9	
104	5	10	
107 1/2	4	8	

30 Août 1851. — Eclaté au 73e coup.

Colombiades de 8 pouces, n° 1. — Elargissement maximum de l'âme à partir du d

Distance de la bouche.	2°	72°	152°	223°	300°	375	450	550	610	690
10	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
20	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2
30	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2
40	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2
50	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
60	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3
70	0	0	1	2	2	2	2	2	3	3
80	0	0	1	2	2	2	2	3	3	3
85	0	0	1	2	2	2	2	3	3	3
90	0	0	2	2	2	2	3	3	4	4
91	1	1	2	3	3	4	5	6	7	10
92	1	1	3	4	4	5	5	5	6	9
92 1/2	2	3	5	5	6	6	6	6	7	10
93	2	4	6	6	7	7	8	11	17	17
93 1/4	3	3	6	8	9	15	17	25	40	44
93 1/2	3	4	9	13	18	28	35	48	50	54
93 3/4	3	5	14	19	22	35	40	53	57	71
94	5	8	13	22	40	44	45	69	70	84
94 1/4	5	7	24	31	47	54	55	71	86	90
94 1/2.	5	7	25	34	56	60	61	82	85	90
94 3/4	5	7	23	30	48	51	55	69	76	83
Chambre.										
101	2	2	.2	2	2	3	3	4	4	4
104	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4
107 1/2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4

[redacted]

après les coups de feu ci-après indiqués, exprimés en millièmes de pouces.

925	1005	1085	1165	1245	1330	1415	1500		Observations.
							hozizon	vertic.	
1		2	2	3	3	3	3	3	Cessé le feu le 2 octobre 1851. Les élargissements ci-indiqués ont tous été mesurés dans le plan vertic. de l'âme, excepté ceux de la colonne intitul. 1500 *coups* qui ont été mesurés dans le plan horizontal. Les mesures horizontales ont été prises pour d'autres coups, mais on les a omises ici, celles prises après le dernier coup étant suffis. pour montrer la proport. des élargissements dans les deux plans.
2		3	3	3	3	3	3	3	
3		3	3	3	3	3	3	3	
3		3	3	3	3	3	3	3	
4		4	4	4	4	4	4	4	
4		4	4	4	4	4	4	4	
4		4	4	4	4	4	4	4	
4		4	4	4	4	4	4	4	
4		4	4	4	4	4	4	4	
6		6	7	7	8	8	8	8	
13	14	15	15	16	16	16	16	16	
11	12	12	12	13	13	13	12	14	
12	12	14	14	15	16	17	15	24	
32	42	48	51	51	62	86	32	76	
52	58	66	73	76	78	72	40	88	
72	83	93	95	100	100	105	59	113	
98	106	108	111	127	132	140	73	145	
107	113	122	123	134	140	146	66	148	
109	118	121	121	128	149	151	62	152	
107	114	121	121	134	148	150	60	134	
116	116	120	120	136	144	154	60	160	
4	4	4	4	4	4	5	6	6	
4	5	5	5	5	5	6	6	6	
5	5	5	5	5	5	5	6	6	

Diamètres de lumières mesurés après le nombre de

Lumières de colombiades

Distance de l'orifice extérieur en pouces.	N° 3 Coulé plein.	N° 4 1re lumière, en métal à canon	
	72e coup.	150 coups.	300 coups.
1	0,20	0,22	0,26
2	0°21	0,23	0,29
3	0,22	0,24	0,32
4	0,23	0,24	0,34
5	0,21	0,25	0,37
6	0,25	0,24	0,38
7	0,25	0,26	0,42
8	0,23	0,24	0,44
9	0,21	0,25	0,39

Lumière d'une colombiade de

Distance de l'orifice extérieur. en pouces.	Diamètre.	
	Primitif.	après 200 coups.
0	0,20	0,22
1	0,20	0,23
2	0,20	0,24
3	0,19	0.23
4	0,19	0,25
5	0,18	0,25

coups indiqué dans les colonnes ci après.

de 8 pouces.

coulé creux.

Lumière en acier fondu.			2e lumière, en métal à canon.	
300 coups.	470 coups.	625 coups.	160 coups.	575 coups.
0,23	0,26	0,35	0,20	0,33
0,24	0,27	0,37	0,22	0,38
0,24	0,28	0,40	0,23	0,38
0,26	0,28	0,41	0,23	0,38
0,23	0.31	0,38	0,23	0,42
0,24	0,37	0,70	0,24	0,49
0,27	0,33	0,53	0,27	0,52
0,28	0.38	0,53	0,28	0,40
0,29	0,38	0,67	0,28	0,45

10 pouces, n° 6. — (Coulé creux).

Distance de l'orifice extérieur en pouces.	Diamètre.	
	Primitif.	Après 200 coups.
6	0,18	0,26
7	0,17	0.27
8	0,17	0,28
9	0,16	0,29
10	0,15	0,28
11	0.15	0,30

Élargissement maximum des âmes à partir du diamètre primitif

Distance de la bouche.	Colombiades de 10 pouces n° 5. Coulée pleine. 2e coup. horiz.	2e coup. vertic.	Colombiade de 10 p. 2e coup. horiz.	2e coup. vertic.	23e coup. horiz.	23e coup. vertic.
10	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0
89	0	7	0	0	0	0
90	1	13	0	0	0	1
90 1/2	1	17	0	0	0	2
91	1	15	0	0	1	2
91 1/4	1	13	0	0	1	2
91 1/2	1	14	1	1	1	2
91 3/4	1	15	1	2	2	2
92	2	15	1	2	3	4
92 1/4	2	15	0	2	2	6
92 1/2	1	13	0	2	1	7
92 3/4	1	12	0	0	1	1
Chambre						
100 1/2	2	2	2	3	2	3
103 1/2	2	2	2	3	2	3
106 1/2	2	2	2	3	2	3



après les nombres de coups ci-après indiqués, exprimé en millièmes de pouce.

n° 6, coulée creuse.

83e coup.		136e coup.		187e coup.		Observations.
Horizontale.	Vertic.	Horiz.	Vertic.	horiz.	Vertic.	
0	0	0	0	0	0	La colombiade de 10 pouces, n° 5 a éclaté au 20e coup, 9 octobre 1831.
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	La colombiade de 10 pouces, n° 6, a éclaté au 249e coup. 18 octobre 1831.
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	2	
0	0	1	0	1	4	
0	1	1	1	2	5	
1	2	2	3	3	7	
3	3	4	7	5	13	
4	4	4	9	7	15	
3	4	4	12	8	22	
6	6	8	15	13	34	
7	9	10	23	18	31	
7	13	11	25	17	37	
6	12	12	24	17	35	
3	7	6	14	13	20	
3	3	3	3	4	3	
2	3	2	3	3	3	
2	3	2	3	3	3	

[redacted]

EXPÉRIENCES FAITES EN 1850—1851

SUR

LA FABRICATION DE CANONS DE 32 LIVRES,

Pour l'Armement des Côtes.



RAPPORT SUR LA FABRICATION
DE CANONS DE 32 LIVRES
POUR ARMEMENT DES COTES, A LA FONDERIE SUD DE BOSTON. 1850-1851.

Essai de fer de 1re fusion en gueuses brutes, coulées en couches de sable, à ciel ouvert.

N° 1. Gueuse de fer. Fourneau amenia.		Marque des échantillons.	Essais des échantil. Densité.	Essais des échantil. Tenacité.
Air chaud.	Température du courant — 250°	250 1 amen.	6.949	11020
		250 2 id.	6.947	11820
		Moyenne.	6.948	11420
	Id. id. — 200°	5 amen.	6.974	12311
		6 id.	6.973	11937
		7 id.	6.992	14501
		8 id.	6.973	13130
		Moyenne.	6.978	12970
	Id. id. — 150°	1 P. C.	6.938	10948
		2 P. C.	6.949	14087
		3 P. C.	6.944	13853
		4 P. C.	6.977	11126
		4 P. L.	7.030	11802
		Moyenne.	6.967	12243
Air froid.		5 P. C.	7.110	16004
		6 P. C.	6.971	12358
		7 P. C.	7.131	14059
		Moyenne.	7.071	14140
Moyenne générale. . .		. . . . .	6.991	12693
N° 2. Gueuse de fer, 1re fusion. Fourneau de Kent.		C. C. A.	7.313	24349

Essais de fer préparé à l'air froid, de 2e et 3e fusions.

Fer du fourneau Briggs.	Nombre d'heures en fusion. 2me.	3e.	Total.	Marque des échantil.	Essais des échan Densité	Tenacité
2e fusion	1/2	«	1/2	1 — B	7.112	18729
	1 1/2	«	1 1/2	2 — B	7.100	14082
	2 1/2	«	2 1/2	3 — B	7.158	21993
	3 1/2	«	3 1/2	4 — B	7.228	[illegible]
	4 1/3	«	4 1/2	5 — B	7.257	27882
3e fusion, même fer refondu. .	«	0	4 1/2	7 Briggs	7.253	30107
	«	3	7 1/2	8 id.	7.287	32978
	«	4	8 1/2	9 id.	7.301	34599

Tous les échantillons ci-dessus avaient été pris à la partie inférieure de cylindres de 14 pouces de diamètre et de 18 pouces de hauteur, coulés dans des moules verticaux de sable sec.

Le tableau ci-dessus montre l'effet produit par la refonte et une longue tenue en fusion, ainsi que le rapport qui existe entre la densité et la tenacité. Il dénote une amélioration marquée fortement dans la qualité résultant du maintien en fusion et de la refonte, et, (sauf une exception anormale), un pro-

grès dans la qualité en raison directe de la durée de la fusion. On y verra aussi que quoique les 8 échantillons essayés diffèrent beaucoup en densité et en tenacité, leur écart suit une progression semblable du dernier au premier.

Fer amenia de 1re et 2me fusions.

	Marque des échantillons.	Essais d'échantil.	
		Densité	Tenacité
Moyenne de l'amenia, n. 1, gueuse de fer du tableau ci-dessus.	230 a.m.e.	6.948	11420
Même fer refondu, coulé après 6 h. en 2e fusion.	9. P. G	7.172	26310

Fabrication de canons de 32 livres pour la défense

Coulées			Espèce de fer employé.					
			En gueuses de 1° fusion préparées par une refonte.		En coulées pour canons.			
Dates.		N° de fonderie.	Aménia.	Durée de la fusion.	Kent, 1re fusion.	Amenia. 2. fusi.	Amenia. 3. fusi.	Poids Total.
1850								
Septembre	24	819	10,000	2.30		8560	2830	11390
Octobre	19	823	10,000	2.30		8730	2760	11490
«	25	824	10,000	2.30		8300	3070	11370
«	28	825	10,000	2.30		8860	2530	11390
Novembre	1	826	10,000	2.30		8740	2580	11320
«	4	827	10,000	2.30		8700	2550	11250
«	8	828	10,000	2.15		8900	2460	11360
«	13	829	10,000	«		8680	2620	11300
«	16	830	10,000	«		8230	3020	11250
«	20	831	10,000	«		8550	2950	11500
«	23	832	10,000	«		8490	2760	11250
«	27	833	10,000	«		8300	2870	11170
Décembre	3	834	10,000	«		8440	2950	11390
«	6	835	10,000	«		9270	3050	12320
«	10	836	10,000	«		8440	3100	11540
«	14	837	10,000	«		8440	3040	11480
«	18	838	10,000	«		8560	3000	11560
«	21	839	10,000	«		8320	3070	11390
«	24	840	10,000	«		8340	3220	11560
«	28	841	10,000	«		8470	2990	11460
1851 Janvier	1	842	8,000	«		8540	2970	11510
«	4	843	8,000	«		8340	3110	11450
«	7	844	8,000	«		8600	2840	11440
«	11	845	8,000	«		8630	2880	11510
«	14	846	8,000	«		9060	2530	11590
«	18	847	10,000	«		9550	2280	11830
«	21	848	8,000	«		9740	2210	11930
«	23	849	8,000	«	3,000	4000	4850	11850
«	29	850	8,000	«	3,000	4800	3990	11790
«	31	851	8,000	«	3,000	4900	4100	12000
Moyenne de 1 à 27								
« de 28 à 30								
« de 1 à 30								

des côtes, à la fonderie sud de Boston, 1850-1851,

Durée.			Essais de massel.		Inspection.		Observations.
De la fonte.	En 3e fusion.	Total des 3e et 4e f.	Densité — Moyen. de 2 échant.	Tenacité — Moyenne de 2 échantil.	N° du registre.	Poids en livres.	
h. m.	h. m.	h. m.					
3,15	1,30	4	7,326	34465	1	7296	
2,30	2,00	4,30	7,325	33905	2	7307	
3,30	1,15	3,45	7,339	34278	3	7309	
«	1,30	4 «	7,327	35011	4	7285	
«	«	4 «	7,316	35834	5	7293	
«	1,15	3,45	7,317	35766	6	7317	
«	2,15	4,30	7,334	36296	7	7317	
3,15	1,30	3,45	7,285	32681	8	7298	
2,30	2,50	5,05	7,305	32564	9	7285	
3,15	2,15	4,30	7,341	35705	10	7328	
3,30	1,15	3,30	7,324	35827	11	7301	
3,15	2,15	4,30	7,322	34728	12	7317	
2,15	2,20	4,35	7,330	36336	13	7349	
3,30	3,00	5,15	7,316	37804	14	7315	
5,15	2,00	4,15	7,331	36165	15	7316	
«	2,15	4,30	7,298	35179	16	7308	
«	1,15	3,30	7,305	35783	17	7314	
«	2,45	5 «	7,326	36313	18	7319	
«	2,00	4,15	7,321	36610	19	7310	
«	1,45	4 «	7,345	24484	20	7343	
«	1,15	3,30	7,306	35254	21	7302	
3,30	1,45	4 «	7,317	33826	22	7322	
3,15	1,45	4 «	7,297	34238	23	7292	
3,00	1,45	4 «	7,311	36804	24	7308	
3,15	2 «	4,15	7,316	33914	25	7310	
3,00	1,15	3,30	7,286	35056	26	7273	
3,15	2,30	4,45	7,267	34627	27	7268	
3,45	1,30	3,45	7,326	31858	28	7301	
«	«	3,45	7,300	32364	29	7312	
3,35	3,10	3,40	7,314	32812	30	7331	
			7,316 7,313	35294 33545 35000	. . .	7308	

Le fer de 2e fusion employé dans les précédentes coulées se compose de gueuses de fer refondues, coulées en cylindres de 14 pouces de diamètre et de 18 à 30 pouces de haut. Le fer de 3e fusion est du fer de masselotte et des restes de coulées de canons. Les masselottes sont des cylindres de 16 pouces de diamètre et de 30 pouces de haut. On a pris de doubles échantillons de chaque espèce; chaque échantillon est marqué du n° de fonderie et des lettres H. O. selon qu'il est pris à l'extérieur de la masselotte, et H. I, s'il est pris à l'intérieur.

En coulant le canon n° 833, on a fondu deux petites barres dans le moule, qui se trouvent vis à-vis la masselotte et à une hauteur correspondant aux échantillons de masselotte. Pendant la coulée le fer liquide descend par un tube spécial et remonte dans le moule.

La planche 1 représente la partie supérieure du moule à canon, la masselotte, les petites barres et le canal par où passe le fer.

Le fer liquide dans son ascension, coule dans l'emplacement occupé par chacun des 4 échantillons H. I, H. O, B. I, B. O, simultanément, et arrive à la même hauteur au-dessus d'eux. La qualité du fer dans chacun des 4 échantillons doit donc être égale.

[redacted]

Comme la pression sous laquelle ils se refroidissent est la même au moment de la coulée comme à celui où le liquide entre en repos, les différences qui pourraient être trouvées à l'essai devront être attribuées aux circonstances diverses de refroidissement du métal.

Le tableau suivant présente les résultats donnés par tous les échantillons.

Fer employé dans le coulage des canons n°s 819 et 833.

Désignation des échantillons.			Marque des échantillons.	Essais d'échantil. Densité.	Tenacité
Fer employé pour le canon n° 819.	Échantil. de 2e fusion, pris dans des cylind. coulés de fontes diff.		819 — C.	7,069	15942
			819 — C. 1	7,070	17623
			Moyenne.	7,070	16783
	Même fer refondu, 2e échantil. de 3e fusion provenant d'une massel.		819 H. I.	7,326	33440
			819 H. O.	7,327	35486
			Moyenne.	7,326	34463
Fer employé pour le canon n° 833.	Échantillons de 2e fus. prov. de cylindres coulés de fontes différ.		833. C. 2.	7,163	26166
			833. C. 3.	7,204	26348
			Moyenne.	7,184	26257
	Même fer refondu, 2 échant. de 3 fusion prov. d'une masselotte.		833. H. I.	7,329	33646
			833. H. O.	7,316	35810
			Moyenne.	7,322	34728
	Même fer coulé en même temps, en moule à can.; petites barres.	Barre intérieure recuite	833. B. I.	7,274	27502
		B. ext. refroidie promptement.	833. B. O.	7,386	30163

L'effet produit par les différents procédés de refroidissement est démontré par les trois derniers résultats constatés dans le tableau qui précède. La qualité et la condition du fer, dans chacun de ces échantillons, doivent avoir été, à l'instant où le fer liquide est entré en repos dans les moules, parfaitement égales. Cependant ici l'égalité de condition a cessé. La différence dans la masse et dans la position des divers moules exposait le fer dans chacun d'eux à des influences différentes qui affectaient le moment et le mode de leur solidification et de leur refroidissement subséquent.

La masselotte étant massive se refroidit lentement et régulièrement; et comme le fer, lorsqu'on l'avait coulé était dans les meilleures conditions pour avoir de la force tant la masse était grande, on trouva à l'essai, les échantillons supérieurs tant en densité qu'en tenacité.

La petite barre B. O. coulée dans le moule à canon près du chassis en fer, à l'extérieur du moule, se solidifia promptement et se refroidit rapidement ensuite. Sa position à l'extérieur du moule, dans laquelle elle subissait le contact de l'air amena ce résultat; et en outre éloignée de la masse du fer liquide, dont elle était séparée par une couche épaisse non-

conductrice, l'abaissement de température n'y fut pas retardé par le calorique contenu dans la masselotte. Le refroidissement rapide augmenta la densité de la barre dans cette proportion.

Cet accroissement de densité est une conséquence qui découle invariablement du rapide refroidissement de la coulée. Quoi qu'il en soit, la tenacité de cette barre avait diminué par le refroidissement rapide. Les échantillons de masselotte ont une tenacité de 34502 tandis que pour la barre elle n'est que de 30163 ; soit une diminution de 4339 livres par pouce. De tels résultats ne se présentent que dans des cas où le fer est très dur. Comme règle générale la ténacité des sortes communes de fer de fonderie augmente par un refroidissement rapide. Dans ce cas, la condition du fer était *trop haute* (c'est-à-dire que l'opération de décarbonisation avait été poussée trop loin) au moment de la coulée pour obtenir une force maximum lors du refroidissement rapide en petites masses ; mais il était dans la meilleure condition pour être coulé en grandes masses à refroidir rapidement.

L'autre petite barre B. I. coulée dans l'intérieur du moule à canon, près de la masselotte, se solidifia en même temps (ou à peu près) que la barre B. O., et

continua à se refroidir bien au-dessous du point de solidification du fer, avant qu'un refroidissement plus grand fût contrebalancé par le calorique qui s'échappait du fer liquide de la masselotte. A ce moment, la masselotte vint augmenter la température de la barre presque jusqu'au point de fusion ; et ensuite cette dernière recommença à refroidir lentement avec la masselotte, et pendant tout ce temps elle fut à l'abri du contact de l'air et conséquemment recuite. Sa diminution de densité comparaison faite avec la barre recuite, est égale à 7 livres par pied ; celle de sa tenacité comparativement à la masselotte est de 7226 livres par pouce carré.

L'effet produit par la refonte du fer et son maintien en fusion pendant longtemps à une haute température est montré dans les résultats suivants extraits des tableaux précédents.

	Densité	Tenacité
Gueuse de fer amenia, 1re fusion.	6.948	11.420
Id. refondu, 6 heures en 2e fusion.	7.172	26.310
Autre partie de fer amenia, préparée pour le canon n° 833, 2e fusion.	7.184	26.237
Même fer, refondu, coulé en canon, 3e fusion	7.322	34.728

[redacted]

Autre partie du fer amenia préparée pour le canon n° 819, 2ᵉ fusion.	7,070	16.783
Même fer refondu, coulé en canons, 3ᵉ fusion.	7,326	34.465
Fer du fourneau Brigg, 1ʳᵉ coulée de 2ᵉ fusion	7.112	15.729
Même fer, dernière coulée, refondu, après 8 heures de supplément en fusion; 3ᵉ fusion.	7.391	34.599

Ces résultats montrent au premier coup d'œil combien la qualité du fer est modifiée et grandement améliorée par la refonte et un long maintien en fusion. Mais toutes les espèces de fer ne sont pas affectées de la même manière par ces procédés. Ainsi quelques espèces de fer avaient été choisies, qui en gueuse brute, de 1ʳᵉ fusion présentaient des indices favorables, et n'ont donné comme résultat qu'une légère amélioration; dans d'autres espèces, au contraire, la tenacité était affaiblie par la refonte. Comme règle générale, on peut affirmer, que le n° 1 des gueuses de fer gris doux est plus susceptible d'amélioration par ce traitement que les espèces de fer plus hautes, faites avec les mêmes minerais et dans le même fourneau. Le fer du four-

neau Amenia paraît posséder cette qualité à un haut degré.

	Densité	Tenacité
Les résultats moyens des 14 gueuses de ce fer de 1re fusion, sont. .	6,991	12.693
La moyenne des masselottes provenant des 27 canons faits exclusivement avec ce fer, est. . . .	7,316	35.294

La différence entre le fer tel qu'il est au moment de l'employer, et tel qu'il existe dans un canon fini, est, pour la densité de plus de 20 livres par pied cube; pour la ténacité comme 100 est à 278.

On essaya du fer du fourneau de Kent et les gueuses de 1re fusion donnèrent des résultats très élevés; c'est-à-dire densité 7.315, égale à celle de l'Amenia, 3e fusion; tenacité, 24,349, à peu près le double de celle des gueuses d'Amenia. Dans les trois derniers canons coulés, on avait mêlé une partie de ce fer avec 4 parties d'Amenia; la tenacité moyenne des masselottes était descendue de 35,294, moyenne des 27 premiers canons faits exclusivement en fer Amenia, à 32,345. Cette expérience démontre qu'on ne peut se baser sur les essais de fer en gueuse de 1re fusion pour déterminer la qualité du fer propre à faire des canons.

[redacted]

RAPPORT

SUR LA FABRICATION DE CANONS DE 32 LIVRES,

POUR LES COTES, A LA FONDERIE DE WEST-POINT,

EN 1851.

Coulés.		Espèce de fer								Essais d'échantillons.			
Date.	N° de fond.	A préparer par refonte des gue. de 1 fusion. Fer Greenwood.				A couler des canons.			temps en 2 et 3 fusion.	Barres d'épreuve.		Massel., moyenne de 2 échantillons.	
		n° 1	N° 2	N° 3	Total.	1 f.	2 fu.	total		Densité.	tenacité	Densité	Tenacité
1851.		Qx.	Qx.	Qx.	Qx.	Qx.	Qx.	Qx.	h. m.				
Janv. 13	416	55	55		110	5	87	92	4.35	7,272	40897	7,228	32481
» 17	417	42	42	28	112		94	94	4.20	7,340	27626	7,246	37464
» 21	420	42	42	28	112		94	94	4.25	7,346	31589	7,268	38293
Mars 8	427	42	42	28	112		94	94	3.50	7,336	32097	7,260	38197
» 11	428	42	42	28	112		93	93	3,60	7,318	37920	7,264	38467
				Moyenne						7,326	34146	7,253	36981

En fondant ces canons, on résuma et compléta les expériences commencées en 1850 dans le même lot de bouches à feu. Des 25 canons coulés en 1850, 23 avaient été faits de la manière ordinaire, en mêlant les différents degrés de fer Greenwood connu

sous les numéros 1, 2 et 3, et principalement de première fusion. Les essais d'échantillons de masselotte de ces 23 canons, donnèrent une densité moyenne de 7.252 et une tenacité moyenne de 31,678.

Les deux autres canons coulés en 1850, avaient été faits de la même espèce de fer préparée pour l'expérience par le refondage.

En relisant le rapport d'août (21) 1850, on verra que l'expérience a parfaitement réussi à améliorer la qualité du fer.

Les cinq canons dont il est fait mention dans l'état ci-contre, avaient été composés de la même espèce de fer de Greenwood; en variant les proportions des différents degrés des numéros 1, 2. et 3, et en les refondant, on parvient à augmenter la tenacité moyenne des échantillons de masselottes de 31, 671 en 1850, à 36981 en 1851.

Les fondeurs peuvent avec la même qualité de fer, continuer de faire une quantité de canons du même degré élevé de tenacité, sans risquer de se tromper.

Les détails des nombreuses expériences faites dans le mélange des proportions des différentes espèces de fer employées dans la fabrication de ces

[redacted]

canons, sont indiquées dans l'état dressé d'autre part.

ESSAI DE FER GREENWOOD.

(1re fusion.)

Degrés du fer essayé. Tout fondu au même fourneau.		Marques des échantillons	Essais d'échantil. Densité	Tenacité.
N° 1. — Fer. . . .	Gueuses brutes . . .	1 P. 23	6,974	14000
		1 P. 24	7,035	14963
	Barre verticale moulée.	17 B. 1	7,085	16424
		Moyenne.	7,032	15129
N° 2. — Fer. . . .	Gueuses brutes . . .	2. P. 25	7,220	33905
		2. P. 26	7,086	20404
		Moyenne	7,153	27153
N° 3. — Fer. . .	Gueuses brutes. . .	3. P. 27	7,244	34737
		3. P. 28	7,247	34112
	Barres vert. moulées. .	18. B. 1.	7,233	33882
		19. B. 1.	7,193	35961
		Moyenne.	7,230	34923

Le n° 1 est le fer gris le plus doux.
Le n° 2 est une sorte intermédiaire et
le n° 3 est le fer gris le plus dur.

Les trois sortes sont classées comme fer de fonderie.

Les échantillons marqués P sont tirés de gueuses brute, coulés dans des couches ouvertes de sable, comme c'est l'ordinaire dans les fourneaux de fonderie. Les échantillons marqués B sont pris dans des barres de deux pouces carrés et de 23 pouces

de long, coulés dans des moules verticaux de sable sec, comme on le fait ordinairement pour les barres d'épreuve de fonderie, mais du même fer de première fusion, comme les gueuses brutes.

Dans les colonnes du tableau ci-après intitulées marques des échantillons, la lettre B placée pour un échantillon indique qu'il provient d'une barre d'épreuve et les chiffres qui suivent la lettre indiquent la fusion ou le nombre de fois que le fer a été fondu.

Tous les échantillons provenant d'une coulée de canon, soit de la masselotte, soit d'une barre d'épreuve ou de toute autre partie, portent le numéro de fonderie du canon. La lettre H ajoutée au nombre annonce que l'échantillon provient d'une masselotte. La lettre O adjointe à l'H indique qu'un double échantillon a été pris à ou près de la surface extérieure. La lettre H isolée indique que l'échantillon a été pris à l'intérieur de la masselotte, près de la surface de l'âme.

Essais de refondage de fer Greenwood de div

Fer en préparation pour canons.

Date de la coulée.	Espèces de fer employé. Greenwood 1re fusion. N. 1	N. 2	N. 3	Total.	Temps en 2 fusion. h. m	Marques d'échantil. 2. fusion.	Essais d'échantil. 2. fus Fer préparé. Densité.	Tenacité
1850								
Décemb. 11	50	«	«	50	2,43	1 B. 2.	7,091	20233
« 16	50	«	«	50	3.03	2 B. 2.	7,051	18928
Décemb. 25	50	«	«	50	2,15	3 B. 2.	7,083	21183
1851								
Janv. 4	50	«	«	50	2,33	4 B. 2.	7,082	20373
« 7	53	«	«	53	2.20	5 B. 2.	7,116	23463
Janv. 8	27 1/2	27 1/2	«	55	2,15	6 B. 2.	7,189	30276
« 10	27 1/2	27 1/2	«	55	2,15	8 B. 2.	7.150	24900
Janv. 11	21	21	14	56	3,05	9 B. 2.	7.224	37519
« 16	21	21	14	56	1,35	10 B. 2.	7.250	35838
Janv. 18	21	21	14	56	2,30	11 B. 2.	7,372	[illegible]
« 20	21	21	14	56	2	12 B. 2.	7,263	39177
Janv. 22	21	21	14	56	1,2[illegible]	13 B. 2.	7,246	39353
« 23	21	21	14	56	1,35	14 B. 2.	7,219	36068
« 24	21	21	14	56	1,50			
« 23	56			56	1,20	16 B. 2.	7,090	20000



grés. — Fonderie de West-Point, 1851.

Coulées de canons avec le même fer refondu.

...ute ...e la ...lée.	Espèce de fer employé. Greenwood 1. fusion.	Greenwood 2. fusion.	Total. quint.	Temps en fus. h m	Canons coulés.	Marques d'echantillons. 3e Fusion.	Essais d'échantillons. Dens.	...tenac.
1850 ...c. 19	. .	42 quintaux refondus des 14 et 16 décembre chacun.	84	3,00	Canon de marine de 32 liv. n. 402, rejeté fer trop doux.	402 B. 402 H. 402 H. O.	7.167 7,093 7,088	29065 25163 26269
...c. 31.	2 Qx. n. 2 22 Qx. n.	48 quintaux du 23 décembre, 11 quint. des 14 et 16.	83	2,30	Canon de marine de 32 liv, n. 412	412 B. 412 H. 412 H. O.	7,259 7,179 7,159	36916 27544 30876
1851 ...nv. 6	1 quint. n° 2. 34 1/2 » n. 3	47 1/2 Quint. du 4 janvier	83	2,15	Canon de marine de 32 liv. n. 413.	413 B. 413 H. 413 H. O.	7,270 7,224 7,218	39873 28087 31463
...v. 13	5 Qx. n.3	87 quint. des 8 et 10 janv.	92	2,20	Canon d'armée de 32 liv. n. 416.	416 B. 416 H. 416 H. O.	7,272 [illegible] 7,228	40897 32444 32506
...v. 17		Tout des 14 et 16 janvier.	94	2,00	Canon d'armée de 32 liv. n. 417	417 B. 417 H. 417 H. O.	7.340 7,244 7,249	27620 38842 36387
...v. 21		Tout des 18 et 20 janvier.	94	2,10	Canon d'armée de 32 livres n. 420.	420 B. 420 H. 420 H. O.	7,346 7,267 7,270	31589 38426 38161
...rs 8		89 quint. des 22 et 23 janvier. 3 quintaux du 23 id.	94	2,00	Canon d'armée de 32 livres. n. 427.	427 B. 427 H. 427 H. O.	7,386 7,256 7,263	32697 défec. 38197
...rs 11		92 quintaux des 22, 23 24 janvier. 3 quint. du 23 id.	93	2,00	Canon d'armée de 32 livres n. 428.	428 B. 428 H. 428 H. O.	7,318 7,262 7,267	37920 37382 39883

ESSAIS

de fer n° 1 de 2e, 3e et 4e fusions; le tout en même fer refondu.

Dates	Espèces de fer employé.	Marque des échantillons.	Essais d'échantillon	
			Densité.	Tenacité.
1831 Janvier 23	Greenwood, n. 1, gueuses de 1e fusion.	13 B. 2	7.090	20000
Mars 12	Même fer refondu. . .	16 B. 3	7.220	30229
Mars 23	Même fer refondu de nouveau.	434 B.	7.301	35786
		433 H.	7.237	337[illegible]4
	Coulé en 2 canons de bord de 12 livres, n. 433 et 434	433 H. O.	7.257	31330
		434 H.	7.238	36[illegible]99
		434 H. O.	7.236	30287
Moyenne de 4 échantillons de masselotte.			7.237	33813

Le fer de ces canons, bien que de 4e fusion, était encore à l'état gris-doux moyen, et sans aucun doute il eût pu être amélioré par une autre refonte, ce qui aurait fait une 5me fusion.



ÉTAT

des essais précédents, disposés par classes, dans l'ordre des différents degrés de fer des numéros 1, 2 et 3 et du nombre de fois qu'il a été refondu.

Degrés du fer Greenwood essayé.	Barres d'épreuve. n. de fusi.	Marque des échantil.	Essais d'éch. den.	Essais d'éch. tenac.	Masselottes. n. de fusi.	Marque des échantil.	Essais d'éch. dens.	Essais d'éch. tenac.
		1 B. 2.	7.091	20222				
		2 B. 2.	7,031	18922				
	2	3 B. 2.	7,083	24183		402 H.	7.0[illegible]3	23163
		4 B. 2.	7,082	20575	3			
		5 B. 2.	7,116	23463		402 H. O.	7.088	26269
		15 B. 2.	7.090	20000				
Fer n. 1.		Moyenne.	7,086	21344		Moyenne.	7.090	27716
						433 H.	7.237	33721
	3	16 B. 3.	7.229	30229	4	433 H. et O.	7.2[illegible]7	34330
		402 B.	7,167	29983		434 H.	7.238	36690
						434 H. et O.	7.256	30287
		Moyenne.	7,198	30107		Moyenne.	7.237	33813
	4.	434 B.	7,301	35786				
10 part. de n. 1 de 3 fusion et 4 parties n. 3 de 2 fusion	2 et 3	412 B.	7,239	36916	2	412 H. O.	7.169	28010
8 parties de n. 1 de 3 fus. et 6 parties n. 3 de 2 fus.	2 et 3	413 B.	7,270	39375	et 3	413 H. O.	7.221	29751
						Moyenne.	7.193	29530
	2	6 B. 2	7,189	30276				32346
Part. égales des n. 1 et 2 mêlés.		8 B. 2	7,150	[illegible]	3	416 H.	7.228	
						416 H. O.	7.228	32306
		Moyenne.	7,170	27388		Moyenne.	7.228	32421
	3	416 B.	7,272	40897				
		9 B. 2	7,224	37319				
		10 B. 2	7,250	36855		417 H.	7.214	38512
	2	11 B. 2	7.272	38585		417 H. O.	7.249	36587
		12 B. 2	7,263	39177		420 H.	7.267	38126
		13 B. 2	7.246	395[illegible]5		420 H. O.	7.270	38164
3 part. du n. 1 }		14 B. 2	7,249	36038	3	427 H.	7.256	defec.
3 id. du n 2 } mêlés.						427 H. O.	7.265	38197
2 id. du n 3 }		Moyenne.	7,251	37789		428 H.	7.262	37582
		417 B.	7,340	27626		428 H. O.	7.267	39353
	3	420 B.	7,316	31589				
		427 B.	7,336	32697				
		428 B.	7,318	27920				
		Moyenne.	7.340	32438		Moyenne.	7.260	38095

RÉCAPITULATION

des résultats moyens précédents.

Degrés du fer Greenwood essayé.	N° de fusion.	Essais d'échantillons. Barres d'épreuve: Densité	Barres d'épreuve: tenacité	Masselettes: Densité	Masselettes: tenacité
N. 1.	1°	7.032	15129	»	»
N. 2.	1	7.153	27153	»	»
N. 3.	1	7.230	34923	»	»
N. 1	1	7 032	15129	»	»
	2	7,086	21344	»	»
	3	7.198	30107	7.000	23716
	4	7.301	35786	7.237	38813
N. 1 de 3e fusion	2 et 3	7.239	30916	7.169	28910
N. 3 de 2e fusion		7,270	39373	7.221	29731
N. 1 et 2 mêlés	2	7.170	27588	»	»
	3	7.272	40897	7.228	32121
N. 1, 2 3 mêlés	2	7.251	37789	»	»
	3	7.310	32486	7.260	38093

Le tableau qui précède présente les qualités des divers dégrés de fer des numéros 1, 2 et 3, préparés au même fourneau, avec les mêmes minerais; il montre aussi comment ils se sont modifiés par l'effet de diverses fusions.

Dans le numéro 1, qui est le degré le plus bas du fer doux-gris, la moyenne des nombreux essais donne dans les échantillons de barres d'épreuve, une densité de 7. 032 et une tenacité de 15,129. Le même fer absolument, après avoir été refondu trois fois, donne dans la même sorte d'échantillons de

[redacted]

barres d'épreuve de quatrième fusion, une densité de 7. 301, et une tenacité de 35,786; ce qui est une augmentation de densité égale à environ 17 livres par pied cube, et un accroissement de tenacité dans la proportion de 100 à 236. Ce changement dans les qualités de fer en question n'est produit que par le refondage et l'exposition à la chaleur pendant la fusion. Un changement semblable apparaît dans les échantillons de masselotte, faits du même fer, à la 3e et 4e fusions.

Le tableau d'autre part se rapporte au degré de fer n° 1 exclusivement. On vérra par les tableaux antérieurs que les différents degrés 1, 2 et 3 varient essentiellement en qualité dans les gueuses de 1re fusion. En ajoutant au n° 1 de 3e fusion une partie de n° 3 de 2e fusion, on obtient une amélioration considérable.

En mêlant d'égales parties de n° 1 et 2, tous deux de 3e fusion, on a encore de meilleurs résultats tant dans les barres d'épreuve que dans les masselottes. Mais si l'on réunit les nos 1, 2, et 3 en 3e fusion on atteint le plus haut point de force dans les masselottes, c'est-à-dire, 38000; ce qui est la moyenne des 4 dernièrs canons fondus, qui tous sont en fer ainsi composé.

Les espèces de fer le plus doux supportent un plus grand nombre de fois la refonte avec avantage que les fers d'un degré plus élevé. Le maximum de tenacité est atteint dans les barres d'épreuve, pour le fer n° 1, à la 4e fusion ; pour les nos 1, et 2 mêlés, à la 3e fusion; pour les nos 1, 2, et 3, mêlés, à la 2e fusion. A la 3e fusion de cette dernière composition, la tenacité des barres d'épreuve diminue, tandis qu'elle augmente dans les masselottes.

Il paraît, que lorsque le fer est dans la meilleure condition pour être coulé en barres d'épreuve de petite dimension, il se trouve alors dans un état qui demande une fusion supplémentaire pour devenir la coulée la plus propre à former des masses telles que les canons. Ceci est démontré dans les coulées composées des nos 1, 2, et 3 de fer mêlé, comme on le verra dans les canons nos 417, 420, 427, et 428. Dans d'autres compositions de fer de degrés inférieurs les canons ont été coulés au n° de fondage qui donnait le plus haut degré de tenacité dans les barres d'épreuve. Dans ce cas, les masselottes étaient comparativement d'une tenacité inférieure.

Les mélanges des nos 1, et 3, et 2e et 3e fusion, et des nos 1, et 2, en 3e fusion en sont un exemple. A raison des basses densités des masselottes dans ces

deux cas, on peut, avec raison, supposer qu'une fusion supplémentaire de ce fer aurait augmenté la tenacité des masselottes, tandis qu'elle aurait diminué celle des barres d'épreuve. On peut, en conséquence, poser comme règle peu susceptible d'erreur matérielle, — au moins avec le fer Greenwood, — que la force des barres d'épreuve pour une fusiou donnée peut être prise pour mesure approximative de la force des masselottes, faites de même fer, pour la fusion suivante. Donc, en choisissant et en préparant du fer pour des canons, on pourra opérer en répétant les fusions ou en variant les proportions des différents degrés, jusqu'à ce que le maximum de tenacité soit atteint dans les barres d'épreuves; le fer sera alors dans la meilleure condition pour être de nouveau fondu et coulé en canons.

On verra que la densité dans les divers degrés de fer, n°° 1, 2 et 3, marche dans l'ordre de leurs numéros respectifs, et que toutes les sortes augmentent à chaque fusion additionnelle; de même, que leur densité est plus grande lorsqu'elles sont coulées en petites barres d'épreuve, qui refroidissent rapidement, que lorsqu'elles sont coulées en grandes masses qui refroidissent lentement. Il paraît aussi, que la tenacité augmente d'une manière uniforme avec la densité

jusqu'à ce que celle-ci ait atteint un point donné; après quoi l'augmentation de densité est accompagnée d'une diminution de tenacité.

Le point assigné de la plus haute densité pour la force maximum, 7.27, avait été à peu près atteint dans quelques-unes des masselottes. La densité, cependant, avait été portée aussi loin qu'on pouvait le faire sans risquer la solidité des coulées. Lorsque la densité du fer est augmentée, sa liquidité diminue au fondage; il en résulte que le métal se solidifie rapidement et forme des cavités dans l'intérieur de la coulée. Dans les trois canons fondus en dernier lieu, nos 420, 427 et 428, le métal sous ce rapport avait été poussé jusqu'aux dernières limites. Des cavités se formèrent dans les masselottes et dans des parties de la bouche et de l'âme où elles auraient pu devenir fatales pour les coulées.

Si en préparant le fer pour ces canons on était allé plus loin, soit en le maintenant plus longtemps en fusion, soit en employant une plus grande portion de fer n° 3, les coulées auraient été perdues. Dans le traitement pratique du fer en fusion, lorsqu'on le prépare pour le couler en canons, on peut avec sécurité le maintenir en fusion, avec amélioration croissante de sa qualité, aussi longtemps qu'on le main-

[redacted]

tient suffisamment liquide pour empêcher des cavités de se former à l'intérieur des coulées. Le point auquel des cavités d'une nature dangereuse se formeront sera atteint avant qu'on soit arrivé au point de densité correspondant au maximum de densité.

Une méthode convenable pour déterminer la condition du fer pendant qu'il est en fusion, et savoir s'il est arrivé à l'état propre pour la coulée ou s'il peut être plus longtemps maintenu en fusion, consiste à prendre du fer liquide dans le bain et à le couler en petites barres de 10 pouces de long et de 1/2 pouce carré à un bout et se terminant en pointe à l'autre bout. On foule la première dès que le fer est entièrement fondu, et les autres à différents intervalles, selon qu'on le juge convenable. Ces barres sont coulées verticalement la pointe en bas dans des moules de sable vert et refroidies rapidement. On les brise ensuite en divers endroits, et on peut juger de l'état du fer par l'aspect que présentent les fractures. Ces fractures présenteront des aspects différents, variant du blanc au petit bout jusqu'au gris foncé au gros bout ; et les barres coulées dans les derniers moments de la fusion auront le blanc à une plus grande distance de la pointe et les nuances pommelées, brillantes et plus légères seront plus

rapprochées de la base. Cette méthode, à laquelle on peut beaucoup moins se fier qu'à celle qui sert actuellement à mesurer la densité et la force, est bonne, en ce qu'elle est d'une application rapide, et qu'on la peut répéter à de courts intervalles pendant que le fer est en fusion; un œil expérimenté sera promptement apte à remarquer les progrès de la qualité du fer, et de déterminer le moment propre à couler le canon.

Les densité et tenacité extrêmes que présentent les états précédents, seront trouvées dans les échantillons marqués I-P-23, et 416-B. Le premier a une densité de 6. 974 et une tenacité de 14000; le dernier a une densité de 7. 272 et une tenacité de 40 897. Cette différence de densité est égale à environ 19 livres par pied cube, et la différence de force est, comme 100 à 292, ou à peu près comme 1 est à 3.

Cette extrême différence dans d'importantes qualités de fer, préparées au même fourneau, avec les mêmes minerais, est le résultat du mélange et du traitement donné au fer à la fonderie. Ceci prouve l'importance de rechercher les lois qui prévalent pour le fondage, la coulée et le refroidissement du métal. On connaît maintenant ces lois d'une manière si satisfaisante, en ce qui touche le fer Greenwood,

[redacted]

qu'on peut prédire à l'avance avec une certaine assurance, la densité et la force qui résulteront d'un traitement quelconque donné au fer. Ou bien, on pourra imaginer un traitement quelconque à appliquer au fer qui produira un degré donné de densité et de force, rentrant dans la capacité extrême du métal.

Du fer provenant d'autres minerais et d'autres fourneanx ne peut être gouverné par les mêmes lois si on lui fait subir le même traitement, et il peut n'être pas susceptible de s'améliorer par un traitement quelconque; mais quel que soit la nature du fer, les lois qui en gouvernent le fondage, le coulage et le refroidissement, peuvent être promptement découvertes au moyen de la machine à essais, telle qu'on l'a maintenant perfectionnée, après quelques expériences judicieusement variées, de telles expériences peuvent avoir lieu sans faire la dépense et sans courir le risque de couler des canons dans ce but.

Des barres d'épreuve, et lorsque cela semble nécessaire, de grandes masses ressemblant à des masselottes, peuvent être coulées avec les fontes ordinaires de fonderie, préparées pour d'autres coulées.

Les résultats obtenus de cette manière seront un guide sûr pour déterminer la nature du fer et ce qu'on

pourrait en attendre si le même métal était préparé et coulé en bouches à feu.

Les effets produits par les diverses méthodes de traiter le fer, telles qu'elles sont décrites plus haut, ne doivent pas être considérées comme les résultats accidentels de combinaisons aventurées. Ils sont basés sur des lois certaines, que des expériences minutieuses ont développées et établies et qui peuvent avec succès être appliquées aux fondages de canons.

Après l'achèvement des fondages et des expériences à la fonderie West Point, en mars 1851, on coula 4 grandes colombiades à la fonderie du fort Pitt, en juillet et août de la même année. Il y en avait 2 de 8 pouces et 2 de 10 pouces; elles avaient été fondues pour des épreuves à l'extrême avec poudre et boulets.

Elles étaient en fer Greenwood de même qualité; et quoique préparées dans une fonderie distante de 500 milles, et par des fondeurs qui ne connaissaient pas auparavant les qualités de ce fer et le traitement qui lui était convenable, cependant en suivant les lois qui ont été établies dans les fonderies de West-Point et de Boston, on obtint de semblables et même de meilleurs résultats.

Les essais des échantillons pris dans les masselot-

tes de ces quatre colombiades sont les suivants : ils sont extraits du rapport sur les expériences, en date du 24 janvier 1852.

FONDERIE DE FORT-PITT, 1851.

Canons essayés.	Marques d'échantillon	Densité.	Tenacité.
2 Colombiades de 8 pouces.	3 H. O.	7.289	36891
	3 H. I.	7.293	39031
	4 H. O.	7.281	43650
	4 H. I.	7.290	36090
2 Colombiades de 10 pouces.	5 H. O.	7,273	40437
	6 H. I.	7,296	40997
	6 H. I.	7,306	42423
Moyenne		7.290	39934
Moyenne des canons de 32 livres, dont le dernier a été coulé à la fonderie de West-Point.		7.260	38003

Ces résultats obtenus à différentes fonderies, montrent ce que l'on peut accomplir partout, avec de bonnes matières, habilement traitées, selon les lois actuellement connues et établies. Les essais à la fonderie de West-Point ont paru indiquer qu'une densité de 7. 27 était le point convenable pour obtenir une force maximum de fer Greenwood : cependant par les résultats obtenus depuis à la fonderie de Fort-Pitt, et qui sont constatés dans le tableau ci-

dessus, il semble qu'une densité plus haute soit meilleure. La plus haute tenacité obtenue a été fournie par des échantillons pris dans la colombiade de 10 pouces, n° 6, quand elle eut été brisée dans un épreuve extrême. De doubles échantillons furen pris dans la même partie d'un fragment de la volée près du collet; la tenacité de l'un d'eux ét 44,917; celle de l'autre de 45, 970, et la densité commune était de 7. 304.

[redacted]

TRAITÉ DES ARMES

Par le Chevalier **J. XYLANDER**. — Traduit par
le Colonel **P. D'HERBELOT**.

SUITE

(Voir les numéros de janvier et février 1860, page 38).

BOUCHES A FEU.

Considérations générales.

436. Les *bouches à feu* ont pour destination de lancer au loin de gros projectiles sur les ennemis, de tuer ou blesser les hommes et les chevaux, de détruire les pièces, les voitures, les moyens d'attaque et de défense. On comprend sous cette dénomination : 1° les *canons*, qui atteignent le but en ligne directe; 2° les *mortiers*, qui donnent des feux courbes; les *obusiers*, dont la trajectoire tient le milieu entre la ligne de tir rasante des canons, et celle très-courbe des mortiers.

437. Les bouches à feu sont affectées ou au service de campagne (on se sert à cet effet de canons et d'obusiers), ou à l'attaque et à la défense des places

(on y emploie des canons, obusiers, mortiers). Les premières forment *l'artillerie de campagne;* les secondes, *l'artillerie de siége, place et côte* (*pièces de batterie, batterie geschuss*). L'artillerie de campagne se subdivise 1° en *artillerie légère*, destinée à suivre, autant que possible, les mouvements des troupes et qui se compose de pièces légères parmi lesquelles les pièces de montagne sont les plus mobiles; 2° en *artillerie de position*, qui accompagne les troupes de réserve, dans certaine proportion.

L'artillerie lourde se divise en *artillerie de place* et *artillerie de siége*. Cette dernière est la plus pesante.

438. Le tir de plus gros projectiles nécessitant l'emploi d'une plus forte charge de poudre, exigerait des bouches à feu susceptibles par une grande puissance de cohésion, de résister à la force d'expansion des gaz. Cette condition eût été mieux remplie, si l'on eût pu confectionner ces bouches à feu en fer forgé, comme les armes portatives; mais ce mode de fabrication ayant présenté jusqu'à présent des difficultés insurmontables, on les a fait en métal coulé.

Autrefois, on a confectionné des canons en fer

(46) ; maintenant les pièces les moins sujettes aux déplacements, celles de place, de côte et de vaisseau se font en fonte de fer. On peut alors compenser par la force des dimensions ce qui manque à la fonte en cohésion et en ténacité.

Lorsqu'on s'est appliqué à rendre les bouches à feu de plus en plus mobiles pour leur permettre de suivre les troupes en campagne, on a été conduit à employer un alliage métallique qui réunissant la ténacité du cuivre à la dureté de l'étain fût susceptible de ne pas éclater sous l'effort de la poudre et de ne pas se déformer sous le choc des boulets en fonte de fer. La plupart des bouches à feu sont faites avec cet alliage, appelé ***métal des canons*** ou ***bronze*** (178). Mais l'expérience ayant fait reconnaître, particulièrement dans les siéges en Espagne, sous Napoléon Ier, que les pièces de fonte ont une durée bien supérieure à celles en bronze, et la fabrication du fer ayant fait de grands progrès, on a été amené récemment à entreprendre de nouvelles épreuves dans le but de substituer la fonte au bronze dans la confection des canons. On a eu en outre pour but un motif d'économie, attendu que, pour le prix d'une pièce de bronze on peut en faire de six à neuf de fonte. On sait d'ailleurs que les Suédois, depuis

plusieurs générations, font usage de pièces de fer coulé de divers calibres (1).

Les épreuves relatives à la substitution du fer coulé ont donné souvent des résultats avantageux, cependant bien des voix s'élèvent contre l'emploi de la fonte, au moins pour les pièces de campagne, parce qu'il n'y a aucune garantie contre l'éclatement d'un métal aigre et très oxydable, bien que les bouches à feu de cette espèce aient résisté aux premières épreuves. Mais aujourd'hui le bronze offre moins de chances de durée qu'autrefois, parce que la fabrication de la poudre a fait de grands progrès; de plus les espèces de projectiles se sont multipliées, les moyens de mettre le feu déterminent une inflammation encore plus rapide, enfin le vent est diminué. Les pièces de bronze peuvent se refondre, mais ce métal, après cette seconde fusion, perd les 2/3 de sa valeur, et il perd en qualité. D'un autre côté les progrès obtenu dans les armes à feu portatives et qui rendent contestable la supériorité qu'a-

(1) Les bouches à feu en fonte de fer coûtent beaucoup moins que celles en bronze. Ainsi le canon de 24 en bronze peut coûter plus de 8,000 fr. et le canon de 12 de place 5,000 fr. Les mêmes bouches à feu en fonte coûtent : le canon de 24, 1,370 fr., le canon de 12, 775 fr.

[redacted]

vaient autrefois les bouches à feu, portent naturellement à chercher à les perfectionner et à les munir de rayures, en les tirant avec les projectiles dont l'expérience a constaté les avantages. Le bronze paraît trop mou pour permettre la conservation des rayures et on est conduit à l'emploi du fer coulé ou de l'acier fondu. Depuis plusieurs années Krupp, dans sa fabrique de Essen (chap. 167), confectionne des bouches à feu et des canons de fusil en acier fondu, qui non-seulement par leur forme extérieure et par l'exactitude des dimensions, mais particulièrement par la résistance contre l'action de la charge et du projectile, ont donné des résultats presque incroyables. Deux canons sortis de ses ateliers, ont tiré chacun 3,000 coups à la charge ordinaire, sans qu'il se manifestât aucune détérioration apparente, et le tir à double et à triple charge, avec un nombre de 2 à 6 projectiles, n'a pu mettre hors de service une seule de ces pièces. Des boulets, tirés à 130 pas (98 mètres) d'éloignement, pénétrèrent dans le métal des pièces jusques à moitié de leur diamètre; ce qui constate une résistance égale à celle du bronze, mais supérieure à celle de la fonte. Si cette espèce d'acier fondu n'a pu jusques à présent s'obtenir sensiblement à meilleur marché que le bronze,

il est à remarquer qu'elle donne aux bouches à feu une dureté deux à trois fois plus grande. Cependant il faut aussi espérer que si cette matière devient d'un emploi général, on obtiendra quelque diminution dans le prix d'achat; mais la question n'est pas vidée, et tous les États ont entrepris sur cet objet des épreuves sérieuses.

439. Le métal employé assez généralement à la confection des canons de divers calibres se compose de 100 parties de cuivre et 10 à 15 d'étain (178) (1).

Le moulage des canons a lieu, soit dans des moules de sable, soit dans des moules d'argile. Les mortiers sont coulés à noyau, les canons et obusiers pleins; ils sont ensuite forés avec des forets ou verticaux, ou la plupart du temps horizontaux puis sont tournés ou limés extérieurement (2).

(1) Le titre du bronze des bouches à feu est fixé depuis longtemps en France à 11 parties d'étain en poids pour 100 de cuivre. Ce dernier métal est malléable et tenace. L'alliage d'une faible proportion d'étain diminue ces propriétés, mais rend le composé beaucoup plus dur : condition indispensable pour diminuer les dégradations provenant du frottement du projectile de fonte.

(2) A diverses époques, on a pratiqué trois espèces de moulages : *moulage en terre*, *moulage en coquille* et *moulage en sable*.

[redacted]

440. Le diamètre ou calibre du boulet est dans un certain rapport avec les dimensions du canon.

L'opération du moulage en terre, se divise en deux parties bien distinctes : 1° la confection du modèle ; 2° celle du moule auquel on donne le nom de *chape* et qui s'exécute sur le modèle même.

Le modèle, ainsi que le moule, sont formés de trois parties : 1° corps de canon ; 2° culasse ; 3° masselotte.

Le corps se forme sur un arbre tronc conique en bois de pin ou sapin, que l'on appelle *trousseau*, et qui repose horizontalement par ses deux extrémités dans les encastrements de chantiers ; il est terminé par une tête carrée, destinée à recevoir une manivelle ou des leviers.

Un *gabarit* ou *échantillon*, composé d'un madrier garni, sur un de ses bords, d'une plaque en tôle découpée suivant la forme du modèle, est fixé à la hauteur de l'axe du trousseau et à la distance convenable.

On couvre le trousseau de nattes de paille, jusqu'à ce que la couche de paille nattée laisse entre elle et le gabarit un intervalle de 3 à 4 millimètres qu'on remplit de plâtre gâché ou d'argile délayée, et faisant tourner le modèle devant le gabarit, on lui donne exactement la forme voulue.

Les modèles des tourillons se moulent en plâtre dans une coquille de la même matière, formée de deux parties, qui s'assemblent par des tenons.

Les modèles des anses se font en cire, en plâtre ou en bois ; ces pièces sont appliquées au modèle par des clous.

Le modèle de la culasse se moule par des procédés analogues sur un arbre en fer, placé horizontalement ou verti-

On a, depuis une époque ancienne, calculé et mesuré ces dimensions en calibres et portions de

calement. Le bouton a un prolongement qu'on appelle faux bouton et qui sert pour le forage et le tournage.

La masselotte se fait, comme le corps, sur un trousseau en bois.

Le modèle garni de ses tourillons et de ses anses, est recouvert avec un pinceau d'un léger enduit appelé *ponsif*, composé de cendres et de mottes, délayées dans l'eau de pluie, pour empêcher l'adhérence des terres de la chape.

Le ponsif étant bien sec, on forme au-dessus le moule ou chape, de couches successives de potée et de terre, et on le consolide par un certain nombre de barres de fer, mises suivant sa longueur et assurées par des cercles qui les entourent.

Le moule étant achevé, on enlève les clous qui servaient à fixer les tourillons et qui traversent le moule. On chasse à coups de mouton le trousseau hors de la chape, puis on retire la natte de paille. On casse le plâtre des tourillons, et on l'enlève par morceaux ainsi que celui des anses, si le modèle de ces dernières pièces a été fait avec cette matière. Si ce modèle est en bois, il se compose de deux parties assemblées par leur milieu et qu'il est facile de retirer.

On procède alors à la cuite des parties du moule. On pose le corps debout dans une fosse sur un petit fourneau en briques. Le feu est conduit d'abord lentement, puis activé jusqu'à ce que l'intérieur du moule soit parvenu au rouge blanc, ce qui exige cinq à six heures.

Le moule de la masselotte et celui de la culasse se re-

[redacted]

calibres. A cet effet, on a partagé le calibre en un certain nombre de parties, par exemple, 24 ou 32

cuisent, sans qu'il soit nécessaire de les descendre dans la fosse.

Alors on descend successivement l'une sur l'autre les trois parties du moule et on les assemble entre elles.

On construit un canal destiné à conduire le métal du trou de coulage des fourneaux au moule de la masselotte.

Les mortiers se moulent à noyau; ce noyau se confectionne sur un arbre en fer, avec une natte de paille tressée autour et que l'on recouvre de terre. Il est soutenu par un plateau qui doit supporter le moule (chape), et s'emboîter exactement avec lui. Le noyau est consolidé par des ferrures. Lorsqu'il est terminé, on chasse l'arbre en fer. On déroule la natte formée autour, et on bouche le vide avec du sable bien sec.

Les canons et obusiers se coulaient aussi à noyau autrefois; mais ce mode avait de grands inconvénients pour les bouches à feu allongées et donnait des âmes presque toujours excentriques à la surface extérieure du canon.

On n'a donc conservé le coulage à noyau que pour les mortiers et pierriers, bouches à feu courtes avec lesquelles on n'est pas exposé aux mêmes inconvénients.

Les mortiers et pierriers se coulent à syphon.

Le moulage en terre est le seul qui soit en usage aujourd'hui en France.

On a exécuté en 1793, à l'Arsenal de Paris, le moulage à coquille, dans lequel le modèle est en bois, ou mieux en laiton, divisé en deux sections dans le sens de la longueur.

On place une des moitiés du modèle sur un plancher hori-

parties. On suit maintenant, presque partout, une autre méthode et l'on emploie pour cet objet les

zontal et on le couvre de couches de terre à mouler et de plâtre que l'on consolide par une cage de fer, qui elle-même est recouverte de plâtre.

On retourne cette partie du moule et on enlève le modèle, après avoir dévissé les tire-fonds qui maintiennent les modèles d'anses et de tourillons. On place au-dessus l'autre demi-moule, obtenu de la même manière, et on serre fortement par des boulons les deux parties entre elles.

L'inconvénient capital qui a fait abandonner ce mode, consiste dans l'infiltration du métal chargé d'étain, par les deux longues lignes de jonction.

Dans le moulage en sable, le modèle se compose de plusieurs tronçons de cuivre, séparés par des plans perpendiculaires à l'axe, s'assemblant par emboîtement.

La chape se compose d'une enveloppe en fonte de fer, divisée en tronçons, appelés châssis, correspondants aux précédents, et qui sont tous, excepté ceux de la culasse, divisés en deux parties égales par des lignes parallèles à l'axe. Ces demi-châssis s'assemblent par des boulons passant dans des trous dont sont percés des rebords qui tiennent aux lignes de séparation des tronçons.

On moule séparément les diverses parties correspondantes à chaque tronçon avec du sable quartzeux très-argileux : on place d'abord le modèle de la culasse et le châssis concentriquement; on remplit l'intervalle entre ces deux pièces avec du sable qu'on bat avec un outil en bois appelé batte. On place successivement au-dessus les modèles et châssis des diverses parties, et l'on opère de même. Les modèles des

[redacted]

mesures de longueur ordinaires. Mais en construisant d'après les calibres, il en résulte cet avantage

tourillons et des anses se fixent sur celui du corps du canon au moyen de vis.

On enlève les diverses parties du modèle, et on fait sécher celles du moule dans une étuve : ce qui exige quinze heures.

Ce procédé, venu d'Angleterre, a été employé en 1793, en France. On n'est pas d'accord sur la qualité de ses produits, surtout pour les bouches à feu de gros calibre.

Il est plus expéditif, moins coûteux, mais à la jonction des châssis, il peut y avoir des parties humides qui forment des soufflures. L'alliage se décompose, les couches les plus voisines de la pièce contiennent un cuivre cristallisé ; celles plus éloignées ne contiennent presque que de l'étain.

Malgré ces reproches faits au moulage en sable et sur la valeur desquels on n'est pas bien fixé, les avantages qu'il présente d'un autre côté sont suffisants pour qu'il ne soit pas abandonné sans nouvelles épreuves.

On coule ordinairement à la fois plusieurs bouches à feu. A cet effet, on verse successivement dans des fours à réverbère du cuivre neuf, du vieux bronze, et lorsque ces métaux sont complètement en fusion, une heure avant la coulée, par exemple, on verse l'étain en proportion suffisante pour obtenir le bronze au titre voulu.

La bouche à feu coulée, on coupe la masselotte; si c'est un canon ou un obusier, on l'adapte à l'arbre de la machine à forer. Cet arbre tourne et communique son mouvement à la bouche à feu, dont la bouche se présente à un foret en acier trempé. A mesure que ce foret coupe le

que les bouches à feu de même calibre sont des corps parfaitement semblables.

CANONS.

Leurs propriétés.

441. Les canons sont de longues bouches à feu avec lesquelles on lance un boulet de fonte ou plusieurs balles. On les distingue en canons de 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 16, 18, 24 et 36 livres, suivant le poids du boulet.

Dans chaque système d'artillerie, on établit entre les différents calibres un certain rapport. Ainsi, en Bavière, on a les calibres de 3, 6, 12, 18, 24 livres; en France, on a ceux de 4, 8, 12, 16, 24. Les pièces de 1, 2, 3 livres sont considérées comme pièces de montagne; celles de 4, 6, 8, 9 livres et celle de 12

bronze, sa tige horizontale est poussée en avant par un système à crémaillère.

Enfin on tourne extérieurement toutes les bouches à feu sur le banc de forerie, sans les déranger de la position qu'on leur a donnée pour le forage.

On cisèle les anses et les tourillons.

On taraude l'emplacement du corps du grain de lumière en cuivre, et on le visse avec un tourne-à-gauche.

[redacted]

légère, comme pièces de campagne ; parmi ces dernières, les canons de 4, 6, 8 forment l'artillerie légère de campagne. La pièce de 12 lourde, celles de 16, de 18, de 24 font partie du service de place, côte et siége. La pièce de 36 ne s'emploie qu'à bord des bâtiments. Il y a eu encore d'autres calibres plus lourds, mais ils appartiennent à des époques anciennes et sont inusités aujourd'hui.

La bouche à feu A (fig. 115), repose, soit pour le tir, soit pour le transport, sur un système à deux roues ; l'affut B, approprié à la destination de la pièce, est muni lui-même d'un avant-train C, pour le transport.

BOUCHE A FEU PROPREMENT DITE.

442. Il y a dans une bouche à feu (fig. 101 et 102) trois parties à distinguer : 1° de *a* en *b* le *premier renfort*, dont la longueur doit être environ le tiers de toute la bouche à feu ; 2° le *deuxième renfort* de *b* en *c* ; 3° la *volée* de *c* en *e*. La partie postérieure du canon se nomme *culasse* et est terminée par un bouton (*g*) qui sert pour les manœuvres de force des bouches à feu lourdes. Ce bouton, moins utile pour les pièces plus légères, est com-

plètement supprimé dans quelques bouches à feu où l'on a cherché à obtenir principalement de la légèreté. L'*âme* se termine sous le premier renfort. Sa forme à la jonction du fond et des parois latérales est hémisphérique ou simplement arrondie, pour faciliter le nettoyage.

Le *canal de lumière* est percé de haut en bas, se dirigeant verticalement, ou obliquement sous l'angle 75° à 85° sur l'emplacement de la charge. On n'est pas complètement d'accord sur la position la plus avantageuse à lui donner. Son diamètre varie de 0,2 à 0,25 pouces (0m,0052 à 0m0066) (1). Il convient de le faire étroit autant que possible, pour ne pas perdre une quantité trop considérable de gaz (2). Du reste, cette partie est exposée, par l'usage, à de fortes altérations causées par la force d'expansion des fluides élastiques, et le canal de lumière s'évase promptement. Pour prévenir cet inconvénient, on visse dans le canal un *grain* de cuivre corroyé, de fer ou d'acier. Cette opéra-

(1) Le diamètre du canal de lumière est, en France, de 2 lig. 1/2, ou de 0,0056.

(2) On peut ajouter que, plus la quantité de gaz que la lumière laisse échapper est grande, plus elle s'échauffe et plus facilement elle se dégrade.

[redacted]

tion se pratique soit dans l'origine de la fabrication, soit lorsque le canal de lumière, percé dans le métal de la bouche à feu, est trop évasé. En Bavière, on met, dès l'origine, un grain de lumière en cuivre.

443. Le deuxième renfort de *b* en *c* a, la plupart du temps, un peu plus en longueur que le sixième de la bouche à feu. Il comprend les deux *tourillons t*, par lesquels le canon repose sur l'affût, et autour desquels son axe se meut dans un plan vertical.

Les tourillons ont ordinairement un calibre de longueur et un de diamètre. Ils portent sur les *embases* V, qui ont pour objet de donner plus de consistance à leur jonction avec le canon et d'assurer l'invariabilité de leur position sur les flasques (1).

L'emplacement des tourillons se détermine soit eu égard à la position du centre de gravité de la bouche à feu, soit eu géard à celle de l'axe de l'âme. Dans l'exécution des feux, pour qu'elle n'oscille pas trop fort en avant, il est nécessaire que le poids soit

(1) Dans les pièces de fonte, on donne aux tourillons un diamètre de 4 lignes au-dessus de celui de leur boulet ; cependant ils sont plus faibles comparativement que ceux des pièces en bronze et se rompent fréquemment.

reporté en arrière des tourillons, lesquels doivent donc être en avant du centre de gravité. Il y a cependant une limite à l'excès de poids de la partie postérieure; elle est basée sur ce que, si cet excès était trop considérable, il en résulterait plus de difficultés dans la manœuvre, et la *vis de pointage* en souffrirait.

Dans les divers systèmes d'artillerie, le poids en arrière des tourillons l'emporte de 1/10 à 1/36 du poids total de la bouche à feu sur celui de la partie antérieure (1).

L'*axe* des tourillons s'abaisse de 1/12 à 1/2 calibre au-dessous de l'axe de l'âme, ce qui permet d'élever davantage la bouche à feu au-dessus des flasques.

Dans la partie supérieure, au-dessus du centre de gravité, il y a deux anses *nn*, qui servent pour la manœuvre du canon, principalement pour le monter et le placer sur les flasques à l'aide de la chèvre (fig. 99). On les a supprimées maintenant dans les pièces légères et dans celles de fer coulé.

444. La dénomination de volée s'applique principalement à cette partie longue et très-faible, eu

(1) Dans les pièces très-lourdes, la prépondérance à la culasse doit être de huit à neuf fois le poids du projectile; dans les pièces légères, de douze à treize fois le même poids.

[redacted]

égard à l'épaisseur du métal, qui s'étend du point *c* au renflement *ee*, vers la bouche, appelé *bourrelet*. La moulure *dd* se nomme *astragale*.

Les diverses parties sont séparées entre elles par des moulures. On en trouve aussi vers la bouche et vers la culasse. Dans les constructions modernes, elles deviennent de plus en plus rares.

445. La ligne de mire naturelle passe par le point le plus élevé de la culasse et du bourrelet. Elle est tracée par des coches ou par des grains. L'angle de mire naturel est en général de 1/2 degré à 1 degré 1/2. Le pointage a lieu sur la surface même de la pièce, et c'est le cas où il s'effectue le plus facilement. Il donnait pour les pièces de campagne bavaroises des portées de but en blanc qu'on jugeait trop considérables, savoir : pour le 6, 700 pas (528m,50), pour le 12, 800 (604m). Lorsque les distances étaient plus rapprochées, il fallait viser au-dessous du but. Pour parer à cet inconvénient, on a fixé en 1854, au bourrelet, une masse de mire susceptible de donner avec le calibre de 6 un angle de mire de 17 minutes et avec le 12 un angle de 26 minutes 1/2. On peut ainsi diminuer la portée de 300 (226m,50) à 400 pas (302m). Les batteries de canon bavaroises sont aujourd'hui munies toutes d'une

masse de mire de ce genre (324 et 331). Dans quelques autres États, on a vissé entre les anses, dans le second renfort, une petite hausse, mais ainsi on raccourcit la ligne de mire et on augmente les chances d'erreur de pointage.

Pour donner aux canons un angle de mire, afin d'augmenter la portée lorsque l'épaisseur du métal est la même dans toute l'étendue de la bouche à feu, ou pour rendre plus fort l'angle de mire naturel, on se sert de la hausse, pièce de métal divisée en pouces et lignes, qui tient ordinairement aux bouches à feu de campagne. Elle a un mouvement de haut en bas entre deux coulisses, dans la culasse, et est fixée par une vis. Tel est le système adopté dans les canons de campagne bavarois (fig. 103). Dans les canons anglais, elle est plus longue, enfoncée dans le premier renfort et fixée plus solidement. Dans les canons de batterie (siége. place et côte) la hausse porte un fil à plomb (*a*) et un arc de cercle (*b c*). On la place à la main sur le cul-de-lampe pour pointer (fig. 104). En Russie, la hausse n'est pas fixée aux pièces de campagne et de montagne, mais elle est transportée avec les bouches à feu, comme agrès (107). On visse la hausse à la pièce, derrière la plate-bande de culasse, et elle est

[redacted]

ainsi disposée commodément pour le pointage.

Dans certaines hausses, les portées sont indiquées de 100 en 100 pas (75,5^m), et on n'a plus besoin de tables de tir pour les employer ; mais si les pièces munies de semblables hausses tombent entre les mains de l'ennemi, il y trouve la facilité de pouvoir s'en servir immédiatement.

Pour tirer à des distances moindres que la portée de but en blanc, ce qui est peu important en général avec des pièces de campagne, il faut affaiblir l'angle de mire ou l'annuler complètement. On a proposé, à cet effet, de visser dans le deuxième renfort, entre les deux anses, ou dans l'intervalle du bourrelet et de l'astragale une petite hausse.

446. Aux considérations exposées plus haut (§ 293), sur la longueur du canon, il y a lieu d'en ajouter d'autres relatives au mode de destination des diverses bouches à feu.

Dans celles de campagne il vaut mieux diminuer la longueur pour obtenir plus de légèreté et par suite plus de facilité et de promptitude dans le service, sans diminution notable de portée. Dans la grosse artillerie, cette condition de légèreté n'est plus nécessaire, et il importe que la bouche à feu entre, autant que possible, dans l'embrasure, afin

que le revêtement n'ait pas trop à souffrir de l'explosion.

La longueur du canon de campagne (de la plate-bande à la bouche) a été fixée assez généralement, après essais, pour une charge de 1/4 à 3/8 du poids du boulet, au terme de 16 à 18 calibres. On a essayé de réduire cette longueur à 14 calibres, mais il en est résulté une diminution considérable de portée. Les canons, en Bavière, ont 18 calibres, et en Autriche, 16.

Les canons de batterie (siége, place et côte), ont en général une longueur de 20 à 26 calibres. En Bavière, le 6 lourd en a 26; le 12 lourd, 24; le 18, 23; le 24 long, 22. La pièce de 24, de 12 à 14 calibres, est spécialement destinée au tir des boulets creux, du même diamètre que le boulet plein de 24. C'est le cas de l'obus de 7 liv. (1).

447. L'épaisseur du métal est en général dans les canons de campagne en bronze, vers la culasse,

(1) Les longueurs d'âme favorables au plus grand effet sont généralement de 17 calibres pour la charge de 1/4, 18 à 19 pour la charge de 1/3, 19 à 21 pour la charge de 1/2. On a pris, en France, pour les pièces de siége, de 24 et 16, 21 et 23 calibres. Le canon obusier de 12 n'a que 14,6 calibres de longueur.

[redacted]

d'environ 3/4 de calibre, et vers la bouche ou à l'astragale d'à peu près moitié. Dans les canons de siége, l'épaisseur à la culasse s'élève, la plupart du temps, à un calibre. Les canons de fonte ont de 1/6 à 1/4 de plus en épaisseur, suivant la qualité du métal (1).

448. Quant au poids à donner à la bouche à feu, il a été reconnu que, pour chaque livre de projectile, ce poids devrait être de 200 liv. avec la charge de moitié du poids du boulet, de 150 liv. avec la charge du tiers, de 120 liv. avec la charge du 1/4, de 100 liv. avec celle du 1/5. Dans l'artillerie de siége, on compte en général 250 à 300 liv. pour une livre de boulet. Le canon léger autrichien de 6 ne pèse pas tout à fait 7 quintaux (392 k.). Celui de 12 pèse 14 quintaux (784 k.). D'un autre côté, le canon lourd de 12 (pour siége) pèse 26 quintaux 1/2 (1484 k.), et celui de 24, 49 quintaux 1/2 (2772 k.).

En Bavière, les poids des canons de campagne

(1) Dans les canons de campagne, l'épaisseur à la lumière (à l'endroit le plus épais) est de 4/5 du diamètre du boulet; vers la bouche (à l'endroit le moins épais), elle est de 4/11. Dans les pièces de siége, l'épaisseur est, à la lumière, égale au diamètre du boulet, et de 6/11 vers la bouche. (Piob.)

sont fixés comme il suit : pour celui de 3 liv. 4 quintaux 1/4 (238 k.); de 6 liv., 7 quintaux 1/3 (410 k.); de 12 léger, 14 quintaux 1/3 (802 k.). Les canons de siége en bronze pèsent en Bavière : celui de 6 liv., 14 quintaux 1/2 (812 k.); celui de 12, 26 1/3 (1474 k.); celui de 18, 39 (2184 k.). Le canon long de 24, 50 (2800 k.) et le court de 24, 26 1/5 (1467 k.).

Les canons de place et côte en fonte, quoique ayant une plus grande épaisseur de métal que ceux de bronze, ont cependant à peu près le même poids, parce que la fonte à moins de densité que le bronze. Par exemple, le canon de fonte de 6 pèse 14 quintaux 1/3 (802 k.), celui de 12, 28 3/4 (1610 k.), celui de 18, 40 2/3 (2276 k.). En général, il y a dans le poids des bouches à feu une variation de 1/30 à 1/25.

449. Le vent de la bouche à feu est très-variable dans les diverses armées. On lui donne de 1/22 à 1/48 de calibre. En Bavière, dans les canons de campagne, il est de 0,12 pouces (3^{mm},1). Dans les canons de siége, de 0,16 pouces (4^{mm},2). En Prusse, dans les canons de même calibre, il varie de 0,08 à 0,10 pouces (2^{mm},1 à 2^{mm},6) (1).

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX BOUCHES A FEU FRANÇAISES.

	CANONS EN BRONZE.									
	DE SIÉGE ET DE PLACE.				DE CAMPAGNE.					
	Gribeauval et 1839.			Gribeauval.	Gribeauval et 1839.		de l'an XI.	Gribeauval.	Canons obusiers.	
	24	16	12	8	12	8	6	4	12	légers.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Diamètre de l'âme.......	152,7	133,7	121,3	106,1	121,3	106,1	95,8	84,2	121	121
Vent du boulet (rapporté à la grande lunette......	3,4	3,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2	2
Longueur de l'âme.......	3086	2978	2815	2545	2002	1746	1591,5	1385,2	1815	1746
Long. de l'âme en calibres du boulet (grande lunette).	20,67	22,85	23,66	24,52	16,82	16,82	17,1	16,82	15,25	14,67
Long. depuis le derrière de la plate-bande de culasse jusqu'à la tranche de la bouche.............	3233	3107	2932	2647	2112	1841	1662,3	1461,7	1910	1841
Long. totale de la culasse, comprenant la plate-bande et le bouton.......	298	260	238	208	178	156	140,4	122	156	150
Long, totale des canons...	3531	3367	3170	2854	2290	1997	1802,7	1571,2	2066	1997
Diamètre de la lumière...	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Poids...............	2740 k.	2000 k.	1550 k.	1065 k.	880 k.	580 k.	387 k.	304 k.	620 k.	540 k.
Prépondérance à la culasse.	135	100	77	»	65	42	»	»	80	60

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX BOUCHES A FEU DE LA MARINE.

	BOUCHES A FEU EN FONTE.										
	30 MODÈLE 1849.	36 MODÈLE 1786.	30 n. 1 MODÈLE 1840.	30 n. 2 MODÈLE 1840.	30 n. 3 MODÈLE 1849.	30 n. 4 MODÈLE 1849.	24 n. 1 MODÈLE 1786.	18 n. 1 MODÈLE 1786.	18 n. 2 MODÈLE 1840.	12 n. 1 MODÈLE 1786.	12 n. 2 MODÈLE 1840.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Diamètre de l'âme..	194	174,8	164,7	164,7	164	163,6	152,5	138,7	138,7	121,3	120,7
Vent du boulet.....	5	5,6	5,1	5,1	4,4	4	5,1	4,5	4,5	4	3,4
Longueur de l'âme..	3094	2725	2641	2458	2250	2160	2587	2436	2288	2294	2111
Longueur de l'âme en calibres du boulet..	16,36	16,1	16,54	15,46	14,16	13,53	17,55	18,15	17,04	19,55	18
Longueur totale des canons..........	3638	3274	3158	2919	2666	2555	3065	2876	2678	2678	2456
Diam. de la lumière.	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
Poids...........	4624 k.	3520 k.	2990 k.	2448 k.	2140 k.	1860 k.	2504 k.	2062 k.	1716 k.	1466 k.	1174
Prépondérance de la culasse..........	205	170	120	135	115	130	125	100	90	70	60

[redacted]

Affût.

450. L'affût doit satisfaire aux conditions suivantes : donner à la bouche à feu un appui ferme et sûr, pouvoir être manœuvré facilement, avoir la résistance et le poids nécessaire, présenter les propriétés d'une voiture susceptible d'être transportée sans danger et avec toute la mobilité possible, même sur les routes non frayées, particulièrement pour l'artillerie de campagne.

451. D'abord la construction de l'affût doit être telle que la bouche à feu ne s'élève pas au-dessus du terrain de plus de 40 à 48 pouces (1^{m},048 à 1^{m},258), afin qu'on puisse charger facilement, donner rapidement et exactement la direction et la hausse, et faire feu sans difficulté. Si l'affût est trop bas, non-seulement il a l'inconvénient d'être d'un service difficile, mais les moindre inégalités de terrain opposent des obstacles à la trajectoire du projectile. Lorsqu'un affût a 60 pouces (1^{m},572) et plus de hauteur, et qu'il est placé derrière un parapet, il présente l'avantage de donner un plus grand champ de tir, de couvrir les servants contre

les coups directs de l'ennemi, mais il est lui-même en prise à ces coups, et le service en est difficile. L'affût doit être disposé de manière à exiger le moins possible de servants. Enfin le degré de résistance, le poids et toutes les propriétés de l'affût, doivent être en rapport avec le poids du canon et de la charge; il faut qu'il soit assez mobile pour ne pas souffrir trop du choc de la bouche à feu, qu'il n'oppose pas de résistance à cette force et recule sans difficulté. Ce recul, cependant, ne doit pas excéder 4 pas (3^m,020) (1) pour les pièces de batteries. Cet intervalle suffit, si le canon est derrière un parapet, pour permettre de charger de nouveau. S'il était plus fort, la remise du canon en batterie serait trop pénible. Dans ce cas, on incline davantage la plate-forme.

452. L'affût à deux roues doit être susceptible de pouvoir être réuni simplement et vite à son avant-train, de manière à former une voiture à quatre roues, et d'en être séparé aussi facilement. Dans cette réunion, les deux trains ne doivent pas don-

(1) Le recul très-variable des pièces de campagne françaises est compris dans les limites de 1^m, 50 à 10^m.; pour les canons de siége et place, il n'excède pas 2 m.; il est de 3^m,40 dans le tir de l'obusier de 22 centimètres, etc.

[redacted]

ner un système inflexible, ils doivent avoir des mouvements libres et indépendants, et prendre des inclinaisons différentes, sans qu'aucune partie du système soit exposée à se rompre ou à se fausser. L'affût, aussi bien que l'avant-train, doivent avoir autant que possible la voie ordinaire, de manière à ne pas former de nouvelles ornières dans les mauvais chemins, mais à se mouvoir facilement dans celles déjà existantes. La marche doit être, comme dans toute autre machine bien construite, douce, sans à coup et sans bruit.

Quel que soit le poids d'une voiture, sa mobilité est proportionnelle au rapport existant entre le diamètre de la roue et celui de l'essieu. Plus la roue est élevée et l'essieu mince, plus la voiture est mobile. Il n'existe pas de matière qui permette de diminuer l'épaisseur de l'essieu autant que le fer forgé ou l'acier fondu, sans qu'il perde sa solidité. Il convient donc de remplacer le bois par le fer dans tous les affûts qui doivent avoir une grande mobilité; à dimension égale, les essieux en fer sont six fois plus forts que ceux en bois. Les essieux en fer sont plus facilement remplacés par ceux de rechange, ils ont moins besoin d'être graissés en route, ne sont pas exposés à s'enflammer et durent plus long-

temps. Si l'on donne trop de longueur aux essieux, les affûts qui portent sur ces essieux prennent plus d'espace et ils sont plus exposés à être arrêtés dans les chemins étroits (1).

La hauteur de la roue, pour la facilité du tirage des chevaux de trait, est évaluée en général de 56 à 58 pouces (1m,47 à 1m, 52. Les traits doivent être inclinés de 6 à 12° sur le terrain, pour que le tirage exerce tout son effet. Les roues élevées facilitent beaucoup dans les montées, mais elles sont très-lourdes, fragiles, et dans les descentes, forcent à enrayer sous de moindres pentes. Les roues basses

(1) Les essieux se font de plusieurs mises de bon fer, que l'on soude au marteau ou au laminoir. Les fusées se font sous un martinet et sur une enclume, l'un et l'autre étampés; elles sont ensuite tournées.

Dans la réception des essieux, on mesure leurs dimensions, et on éprouve leur résistance : 1° en les soumettant au choc d'un mouton métallique de 300 kil., qu'on laisse tomber de 1m,60 de hauteur sur le milieu, pour les essieux de siége, place, côte et de 1m, pour ceux de campagne; 2° en les laissant tomber de la hauteur de 2m, 11, de manière que les fusées portent en même temps sur deux rouleaux de fonte.

La première opération (épreuve du mouton) éprouve le corps.

La deuxième (épreuve de l'escarpolette) éprouve les fusées.

[redacted]

enfoncent trop profondément dans un terrain mou, et opposent, dans les inégalités du terrain, plus de résistance au mouvement.

Enfin, les affûts de campagne attelés doivent pouvoir tourner facilement dans un espace étroit, ce qui exige que l'essieu de l'avant-train ne soit pas trop éloigné de celui de l'affût. Ce train doit être disposé de manière à transporter une partie des hommes de service et les munitions nécessaires.

453. On voit d'après ce qui précède, que les mêmes affûts ne peuvent suffire à tous les usages, et que leur construction, comme celle des bouches à feu qu'ils doivent supporter, est basée sur leur destination. On distingue donc les affûts : 1° de campagne ; 2° de siége ; 3° de place ; 4° de casemate ; 5° de côte ; 6° de vaisseau ou de marine ; 7° de montagne. On donne encore la désignation du calibre auquel l'affût est destiné, par ex. pour le service de campagne, affût de 6 et de 12, pour le service de siége, place et casemate, affût de 6, 12 et 18.

Eu égard aux différences qui peuvent exister dans le mode de construction, on les divise encore en *affûts à flasques* (fig. 115), *affûts à flèche* (fig. 118), *affûts à châssis* (fig. 129 et 130.)

En principe, les affûts de grosse artillerie se font

en bois de chêne, et pour artillerie légère en bois d'orme et même de pin, mais renforcés par des ferrures qui, quelquefois, forment la moitié et jusqu'aux 3/4 du poids de l'affût. On a été amené naturellement à l'idée de les construire en fer; des essais ont eu lieu en Angleterre, en France et dans le Wurtemberg pour construire des affûts, partie en fer forgé, partie en fonte; jusqu'à présent ils n'ont pas paru susceptibles d'être adoptés pour le service de campagne, mais ils l'ont été dans plusieurs États pour place et côte. Il est à remarquer que le bois destiné aux affûts doit être acheté longtemps d'avance, desséché et conservé avec soin (114) avant de pouvoir être livré au travail, et que c'est une dépense (capital et intérêt) que l'emploi du fer peut épargner. D'un autre côté, le bois étant exposé à des changements de dimension, les garnitures en fer, particulièrement celles des roues, ne s'adaptent plus exactement et des réparations deviennent nécessaires. Il est vrai qu'une couche de peinture préserve le bois de l'influence de la température, mais elle a l'inconvénient d'empêcher de juger de l'état de ce bois. Il en résulte que des affûts conservés longtemps peuvent être détériorés lorsqu'on veut les employer. Lorsqu'un affût est

[redacted]

en tout ou partie hors de service, les armatures en fer peuvent être utilisées pour de nouveaux affûts. Cette longue durée des ferrures est encore un argument en faveur de la confection des affûts en fer; il y a lieu d'observer, toutefois, que les projectiles ennemis, lorsqu'ils atteignent ces affûts, donnent sur les servants des éclats semblables à ceux des obus, et ces éclats sont d'autant plus nombreux qu'il y a plus de fonte, ce qui est une grave objection contre leur emploi. En résumé, il ne faut employer les affûts en fer que lorsqu'ils peuvent être garantis de telle manière que l'ennemi ne puisse les atteindre directement.

Flasques d'affût.

454. L'ancien affût se compose : 1° de deux flasques (fig. 138 et 139) sur lesquelles le canon repose par ses tourillons dans les *encastrements* (*aa*); 2° d'un essieu (*e*) sur lequel portent ces flasques, qui sont réunis par trois *entretoises* : 1° l'*entretoise de tête* (*f*); 2° l'*entretoise du milieu* (*g*); 3° l'*entretoise d'avant-train* (*h*) (1). Aux deux extrémités de l'es-

(1) Ces trois entretoises, dans les anciens affuts français s'appelaient *entretoises de volée*, de *mire* et de *lunette*.

sieu (*fusées*) sont adaptées les roues (fig. 115).

Les flasques se divisent en trois parties, *tête*, *milieu* ou *talus*, et *crosses*. Leur longueur est réglée d'après la longueur du canon; la hauteur des roues d'après leur *cintre*, et le cintre suivant la machine de pointage employée.

La longueur des flasques varie suivant les pays. Elle est pour les calibres de 4 à 24, de 7 pieds 1/2 à 12 pieds (2^m,36 à 3^m,77.)

L'écartement des flasques est réglé de telle manière, que le canon reposant par ses tourillons dans les encastrements, la culasse soit comprise dans l'intervalle des flasques, et que la pièce, avec ses embases, ne ballotte ni à droite ni à gauche. Dans les anciens affûts, les flasques destinés à recevoir des bouches à feu très-lourdes sont plus écartés derrière que vers la tête, et non parallèles, comme dans les affûts de campagne bavarois.

455. La hauteur et l'épaisseur des flasques dépendent du calibre de la pièce et de son mode d'emploi, suivant qu'il exige plus ou moins de hausse. Plus l'inclinaison de la bouche à feu est grande, plus elle fatigue l'affût, plus il doit présenter de résistance.

La plus grande hauteur des flasques a lieu vers la tête et on leur donne dans les divers calibres de 3 à

[redacted]

24, une hauteur à la tête de 11 pouces à 1 pied 1/2 (0^m,288 à 0^m,471) et au cintre de crosse de 8 pouces à un pied (0^m,21 à 0^m,314.)

L'épaisseur des flasques varie de 3 à 5 pouces (0^m,0786 à 0^m,1310.)

La crosse de l'affût a la forme d'un traîneau à la partie inférieure, de sorte qu'elle puisse glisser sans arrêt sur le terrain, et que le recul n'éprouve pas d'obstacle.

456. Les entretoises ont pour but principal de réunir invariablement les flasques; elles ont encore d'autres destinations, mais secondaires; elles sont en partie encastrées dans les flasques.

L'entretoise d'avant-train sert à réunir l'affût à l'avant-train, lorsqu'on veut faire parcourir à la bouche à feu une distance considérable. A cet effet, l'avant-train porte, comme on le verra plus tard, la *cheville ouvrière* qui s'adapte dans un trou, *lunette* (*p*), pratiqué dans l'entretoise d'avant-train, appelé par suite *entretoise de lunette*. Les dimensions de ce trou doivent être augmentées dans le haut et dans le bas, afin que la cheville ouvrière puisse y être introduite facilement, et qu'elle ne soit pas exposée à être brisée ou faussée dans la marche sur un terrain inégal.

457. Les *encastrements des tourillons* (*aa* fig. 139) doivent être disposés, par rapport à l'essieu, de telle sorte que la partie postérieure de l'affût puisse être levée et remuée facilement et qu'en mettant la pièce sur l'avant-train, elle pose d'aplomb sur l'essieu, sans incliner en avant. Dans les affûts de siége, il y a en arrière de cet essieu d'autres encastrements qu'on appelle *encastrements de route*, dans lesquels on place les tourillons de la bouche à feu pendant la route, ponr ménager l'essieu de l'affût, et répartir également le poids sur cet essieu et sur celui de l'avant-train.

L'*essieu* se compose du *corps*, partie comprise entre les deux flasques, de deux *fusées* coniques, autour desquelles tournent les deux roues, et qui sont inclinées d'environ un demi-pouce (0^{m},0131) vers la terre pour mieux retenir les roues. Cette inclinaison se nomme *flèche*, cintre de l'essieu. Les essieux en fer ont souvent leur corps encastré dans une pièce de bois, soit pour les garantir, soit pour mieux assurer leur position. Les fusées sont percées à l'extrémité de trous carrés pour les *esses* qui maintiennent les roues.

Les roues se composent du *moyeu* (*u*) (fig. 115), dans lequel entrent les fusées de l'essieu, d'une *cou-*

[redacted]

ronne formée de plusieurs parties, *jantes*, la plupart du temps au nombre de 6, et de *rais* en frêne qui lient la couronne au moyeu, ordinairement au nombre de 12. Les roues ont la plupart du temps la hauteur de la voie qui les sépare, c'est-à-dire de 4 pieds 3 pouces à 5 pieds (1^m,335 à 1^m,570) (1). Les rais sont fixés fortement au moyeu et forment avec l'essieu un angle de 75 à 80°. Par suite, le plan extérieur des jantes a une inclinaison de 2 po. 1/2 à 3 po. (0^m,066 à 0^m,079) sur les rais, cette inclinaison s'appelle *écuanteur* de la roue. Elle permet au rai le plus bas de se tenir verticalement sur la terre (2).

(1) Diamètre des roues en France : 1^m,49.

(2) S'il n'y avait pas d'écuanteur, tous les rais seraient dans le même plan, plusieurs d'entre eux pourraient être forcés sans que les autres s'y opposassent, et la roue pourrait être brisée suivant un diamètre. Formant au contraire une surface conique, les rais, reliés par la couronne, se soutiennent mutuellement; ils augmentent la résistance de la roue aux pressions latérales que les obstacles du chemin exercent contre les jantes.

Dans les mauvais chemins, si l'une des roues baisse, le rai devient à peu près vertical, et est ainsi plus susceptible de résister soit à la pression de la charge, soit aux chocs provenant des inégalités du terrain.

Enfin la disposition des rais inclinés s'oppose à la dislo-

458. Les ferrures de l'affût consistent en 4 ***boulons*** (*d d* fig. 138) horizontaux, destinés à assurer la liaison des flasques entre eux, et 6 boulons verticaux (*w w*, fig. 139) ou chevilles. Ces pièces filetées à leurs extrémités sont fixées par des écrous.

Des ***bandes*** recouvrent le dessus et le dessous des flasques et les jantes de la roue. Ces dernières bandes sont ou séparées ou réunies en un seul ***cercle***.

A l'extrémité du moyeu, et vers le milieu, près de l'origine des rais, se trouvent des cordons destinés à consolider cette pièce. A l'intérieur, le moyeu est garni de boîtes en métal pour les essieux en fer, et en fer forgé pour les essieux en bois.

Les encastrements des tourillons sont munis de fortes *sous-bandes*, *a a*, et recouverts par des ***sus-bandes***, *b b* (fig. 115), qui fixent bien ces tourillons.

Des *crochets* et *anneaux de manœuvre et d'arme-*

cation, parce que le rai est toujours pressé dans le moyeu, par la même surface. Sur un rai vertical, la pression s'exercerait tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, ce qui occasionnerait promptement la dislocation des assemblages. Enfin, par cette disposition, la roue serait susceptible de faire chapelet.



ment (*rr*, *ss*), sont adaptés du côté extérieur des flasques et servent à placer *l'écouvillon*, *le refouloir* et *les leviers*. Les armements y sont maintenus par des courroies.

Les crochets simples de *retraite a*, qui se trouvent vers la tête de l'affût, les doubles crochets de *retraite b*, vers l'entretoise d'avant-train, servent à adapter des *bricoles* pour faire parcourir à bras d'hommes une petite distance à la pièce. L'essieu, s'il n'est pas entièrement en fer, a, en dessus ou en dessous, des bandes de fer. De forts *étriers* de fer (*y*, *y* fig. 139), disposés sous les flasques, servent à le fixer à l'aide de chevilles qui traversent le flasque.

L'entretoise d'avant-train ou de lunette porte 2 ou 4 *anneaux de pointage* (*prosdocken n*, *o*), dans lesquels on enfonce les leviers de pointage et un *anneau d'embrelage m*, ou, comme cela a lieu dans les affûts russes, un *crochet d'embrelage*. On y adapte la *chaîne d'embrelage* qui tient à l'avant-train et qui assure la liaison des deux trains. La lunette est garnie intérieurement de fortes bandes de fer ou de bronze destinées à empêcher qu'elle ne s'évase trop promptement par le frottement. Les *bandes de recouvrement* des flasques sont fixées par des *frettes x* et par des clous. En dehors des cros-

se meut sur une semelle *t*, suspendue à charnière à l'entretoise de tête, et couchée sur la tête de la vis, qui, par son mouvement dans l'écrou, élève ou abaisse la semelle et par suite la culasse.

Ce système est aujourd'hui généralement adopté pour l'artillerie de campagne, quelquefois avec des modifications: par exemple, dans les pièces prussiennes, la vis a sa tête fixée dans la semelle, et on la met en mouvement en faisant tourner l'écrou muni d'une manivelle à branches (fig. 136).

463. Dans quelques systèmes d'artillerie, on prolonge les flasques de manière à pouvoir placer dans le vide entre l'entretoise du milieu et celui de lunette un coffret avec couvercle, contenant des munitions et d'autres approvisionnements; il peut servir aussi au transport de quelques canonniers, en disposant à la partie supérieure une banquette avec garde-fou et un marche-pied. Ce mode est en usage dans l'artillerie autrichienne (fig. 140).

464. Le poids de l'affût doit être proportionné à celui du canon, de manière à présenter un contrepoids suffisant au recul. Dans les pièces de campagne, l'affût et la bouche à feu pèsent à peu près également. Dans les pièces de batterie (siége, place et côte) au contraire, l'affût n'a souvent que la moi-

[redacted]

tié du poids de la bouche à feu. L'affût de 6 en Bavière pèse 882 liv. (494 k.). Celui de 12 1225 liv. (686 k.). L'affût de 24 autrichien pèse 2277 liv. (1275 k.). Dans cette évaluation est compris le poids des roues et celui du coffret placé entre les deux flasques pour les charges à mitraille dans les deux premiers affûts (1).

Avant-train.

465. L'avant-train *e* (fig. 115 et 134) forme, par sa réunion avec l'affût, une voiture à quatre roues.

Dans les affûts à flasques, l'avant-train se compose de l'*essieu* porté sur deux roues ; ces roues

TABLEAU DES POIDS DES AFFUTS FRANÇAIS.

	CANONS DE CAMPAGNE		CANONS DE SIÉGE		CANONS DE PLACE		
	12	12 léger.	24	16	24	6	12
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Poids de l'affût sans roues.	395	353	676	583	464	437	400
Poids de la roue	102	102	155	155	176	176	176
Poids du grand châssis avec roulettes........	»	»	»	»	579	579	579
Poids du petit châssis ...	»	»	»	»	123	123	123

sont plus petites que celles de l'affût. Il en résulte un tournant plus fort et plus de facilité pour réunir les 2 trains. La voie est la même que celle de l'affût.

De l'essieu partent, dans les pièces de campagne, 2 armons sur lesquels porte la *sellette g*, avec la *cheville ouvrière a* qui s'adapte à la lunette dans l'entretoise de lunette, et qui y est maintenue par la *chaîne d'embrelage c b* (fig. 134). Au-dessus de l'essieu, dans la plupart des pièces de campagne, il y a un châssis sur lequel est adaptée une caisse (*coffret*) *h*, destinée au transport d'une certaine quantité de munitions et d'autres objets nécessaires au service. Elle est disposée, en outre, pour recevoir 2 ou 3 canonniers qui posent leurs pieds sur une planche *k* disposée à cet effet.

Entre les deux *armons* qui se réunissent en avant, en forme de fourche, est fixé un *timon* de 10 à 11 pieds (3^m,14 à 3^m,48) de longueur. On y établit une *volée fixe* et des palonniers auxquels on attelle avec des traits les deux chevaux de derrière. Quant aux chevaux de devant, ils sont attelés au bout du timon par l'intermédiaire d'une volée mobile avec palonniers.

L'avant-train porte différentes ferrures, plaques,

boutons et bandes, l'anneau et les crochets de prolonge, la bande de sellette et de sassoire, et des chaînes de retenue au bout du timon.

On adapte généralement entre les deux flasques d'un affût de campagne un coffret à munitions. Dans les affûts de siége et place, l'avant-train ne porte pas de coffret, et la cheville ouvrière, fixe ou mobile, est placée sur l'essieu. Les avant-trains de campagne sont appelés *avant-trains à coffrets* (*kasten protze*); les avant-trains de siége et de place *avant-train sans coffret* (*sattel protze*).

L'essieu est, la plupart du temps, en fer, comme celui de l'affût, et dans un corps en bois; le *timon*, les *armons*, le brancard du milieu (*mittel steife*) qui joint le corps d'essieu à la sellette ou à la sassoire, la *volée*, sont en frêne ou en bouleau. Le châssis support, la sellette, en orme ou en chêne; le coffret en pin; le cadre du couvercle en chêne.

466. Le tournant d'un affût dépend principalement de la disposition de l'avant-train; il est d'autant plus grand que les roues de l'avant-train sont plus petites, que la cheville ouvrière est plus en arrière de l'essieu, que la voie est plus large, que les deux flasques sont moins éloignés l'un de l'autre. On ne doit pas cependant l'augmenter outre mesu-

re, aux dépens des autres propriétés de l'affût, parce que, au besoin, on peut séparer les deux trains, et ils ont alors, comme les voitures à deux roues, le plus fort tournant possible. Il importe aussi que le timon soit bien maintenu, et qu'il puisse s'élever ou s'abaisser, selon les circonstances. Le tournant, dans les pièces autrichiennes, est de 34° à 64°; dans les pièces bavaroises, il s'élève jusqu'à 91°.

Le poids de l'avant-train sans munitions pour les calibres de 6 à 12 est de 310 liv. (174 k.) à 752 liv. 421 k.). Les coffrets vides pèsent de 48 liv. (27 k.) à 135 liv. (76 k.)(1.)

TABLEAU DES POIDS DES AFFUTS ET AVANT-TRAIN FRANÇAIS.

	CANONS DE CAMPAGNE		CANONS DE SIÉGE	
	12	12 léger.	24	16
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Poids de l'avant-train sans roues et sans coffre	172	172	225	225
Poids de l'avant-train avec volée de bout de timon et roues	»	»	551	551
Poids de l'affût avec bouche à feu, avant-train et roues...	1,848	1,751	4,281	3,448

[redacted]

Affût à flèche. Avant-train.

467. L'affut à flèche consiste en une seule pièce principale assemblée, à l'une de ses extrémités, avec deux demi-flasques sur lesquels porte la bouche à feu. Cette pièce est, à l'autre bout, arrondie en forme de crosse (fig. 118 et 125).

La flèche est montée sur un essieu avec roues de derrière, hautes de 58 pouces 1/4 (1^m,52).

A la queue de l'affût est adapté un fort anneau de fer, *lunette a*, dans lequel on introduit un *crochet cheville ouvrière b* fixé à l'avant-train, pour opérer la réunion des deux trains. L'avant-train *c* porte des roues égales en hauteur à celles de l'affût. On y ménage un emplacement pour le transport d'une quantité considérable de munitions (fig. 119 et 120). Dans les pièces anglaises, des deux côtés de la flèche, 2 coffrets *e e* (fig. 125) sont disposés sur l'essieu.

468. Cette disposition permet une répartition égale du poids sur les deux essieux, et l'égalité en hauteur des roues donne une plus grande mobilité sans diminuer sensiblement le tournant, parce

que le peu de largeur de la queue de l'affût augmente le champ de la roue pour tourner. L'opération de mettre ou d'ôter l'avant-train est très-simplifiée, attendu que l'étroite queue d'affût se saisit facilement, qu'elle descend plus bas, et que les canonniers, dans la manœuvre, peuvent bien voir, ce qui n'a pas lieu dans l'ancien système, le crochet cheville ouvrière et l'anneau lunette.

Ce mode permet de transporter plus de munitions en conservant l'équilibre de la voiture, vu la plus grande hauteur des roues de l'avant-train ; il introduit plus d'uniformité dans le matériel. Il a l'avantage de ne nécessiter qu'une seule espèce de roues.

469. Le crochet cheville ouvrière étant attaché directement à l'essieu, le timon de l'avant-train n'est pas maintenu par la sassoire. Cet inconvénient ne peut être évité qu'en substituant la limonière au timon ; cependant on n'a pas fait partout cette substitution, attendu que la limonière présente les inconvénients suivants : l'attelage et le dételage sont un peu plus longs ; lorsque le limonier est tué ou blessé, on ne peut le dégager assez vite pour le remplacer par un autre. Cette limonière paraît user les chevaux, et les limoniers se trouvent

[redacted]

difficilement. On peut répondre que ces chevaux ne portent pas plus de 50 livres (28 kil.) environ, c'est-à-dire le tiers de la charge du cheval de selle; que cette espèce de limonière donne de faibles secousses, parce que la cheville ouvrière est fixée très-près de l'essieu; qu'enfin ce système a été adopté par les Anglais qui cependant conservent leurs chevaux avec beaucoup de soin, et qui les font galopper très-légèrement dans la limonière. Mais on a comparé mal à propos ce système d'attelage avec celui des voitures à deux roues dans lesquelles la position du centre de gravité est essentiellement variable.

Pour pouvoir dételer plus facilement le limonier blessé, un mécanisme particulier permet de détacher de l'essieu le bras extérieur de la limonière; la fig. 19 montre la disposition de cette limonière, lorsque deux chevaux sont attelés de front.

Dans le cas où la largeur de la route ne permettrait pas d'atteler deux chevaux de front, les deux bras peuvent se placer de part et d'autre de l'axe de la voiture, et les chevaux de trait sont attelés un à un. Ce cas se présente dans les chemins très-encaissés.

Affûts de place et de Casemate.

470. Dans la défense des places, les pièces ont, en général, une position déterminée, et doivent conserver longtemps, la nuit comme le jour, la même direction. Elles doivent, d'une part, pouvoir s'élever au-dessus du parapet, de l'autre occuper le moins possible d'espace dans les casemates. Cette double destination nécessite une espèce particulière d'affût (*affût de place et de casemate*).

Les anciens affûts de place se distinguent de ceux de campagne par des flasques plus courts, des roues plus petites, un fort essieu en bois, une faible armature. Parmi les affûts de place employés, les *affûts Gribeauval* sont à mentionner. Ils consistent en deux flasques liés entre eux par trois entretoises et par des boulons, montés sur deux roues, et ayant de plus, en arrière, une roulette *b* mobile dans l'auget d'un châssis en bois. La pièce s'élève de 5 pieds (1 m. 570) (fig. 30) sur l'affût.

471. La longueur des flasques (*a*) est de 6 à 6 pieds 1/2, (1 m. 884 à 2 m. 04). Leur hauteur, composée de trois madriers de chêne réunis par des

boulons, est de 2 pieds 10 pouces à 3 pieds (0 m. 890 à 0 m. 942). L'épaisseur des flasques est de 4 à 5 pouces (0 m. 10 à 0 m. 13). La voie de 3 pieds 10 pouces à 4 pieds (1 m. 204 à 1 m. 256). Sur trois *gîtes* qui servent de base à tout le système, et qui, dans ce but, sont enfoncés en terre, porte le *châssis* composé de 2 *semelles* (*c*) et d'un auget (*e*), au milieu, dans lequel se meut la *roulette* (*b*). Le châssis, fait en bois de pin (1), est mobile en *d* autour d'une *cheville-ouvrière*, ce qui permet de donner facilement la direction. A cet effet, on appuie des leviers dans les entailles d'une *poutrelle* (*f*) (2), et on dirige de côté tout le châssis avec l'auget (*e*) et l'affût. L'*appareil de pointage* est une *vis* ou un *coin*.

Dans le milieu et au bas du flasque se trouve une entaille qui sert à appuyer des leviers pour mettre en mouvement des roues. Les semelles du châssis sont liées entre elles par des *entretoises* (*g* et *h*).

(1) Le châssis de transport Gribeauval se faisait en pin.

(2) Cette poutrelle n'existait pas dans l'affût français ; on donnait la direction en embarrant avec des leviers sous l'auget.

Le poids de l'affût Gribeauval de 24 avec roues et châssis, est, d'après Gassendi, de 2593 liv. (1269 k.).

Les gîtes ont une pente de 5 pouces (0^m, 1310) de derrière en avant. Lorsqu'on a tiré la pièce, elle recule jusqu'au milieu des semelles. On la fixe dans cette position au moyen de *cales*, on la charge, et on la remet plus facilement en batterie, par suite de la pente.

Pour conduire cet affût à une faible distance, on emploie un avant-train (*sattel protze*) avec un châssis particulier de transport qu'on introduit entre les deux flasques et qu'on fixe avec un boulon, et la roulette (*b*), dans la marche, ne touche plus la terre.

On tire facilement ces affûts placés sur une barbette par-dessus de très-petites embrasures. Il faut moins d'hommes pour les servir, et on les pointe aisément.

Le poids de l'affût, avec les roues et le châssis, monte, du calibre de 6 à celui de 24, de 1,400 à 2,400 liv. (784 à 1344 kil.)

472. Un système plus simple et qui remplit les mêmes conditions est celui de l'affût de place (fig. 133) construit en 1828 en France. Il consiste en deux flasques de forme triangulaire, dont chacun est formé de trois madriers assemblés entre eux; le plus large (*montant*) disposé verticalement, fait un an-

gle de 60° avec une pièce plus longue (*arc-boutant*). Les deux flasques sont réunis par trois entretoises et par un essieu de fer contenu dans un corps en bois. Les roues ont de forts moyeux en fer coulé garnis de boîtes en bronze, dix rais de bois et, au lieu de jantes, un cercle de fer forgé de 4 p. (0^m, 1048) de large et 1 p. d'épaisseur. A l'intérieur, ce moyeu a la forme d'un rouleau par lequel il glisse sur les poutrelles (*côtés*) du châssis, tandis que les roues proprement dites sont suspendues latéralement sans toucher la terre. A cet effet, le chassis est porté en avant par une pièce de bois de chêne (petit chassis) élevé de 1 pied (0^m,314), et en arrière par deux *roulettes* de fonte encore plus hautes. Les *côtés* et la *directrice* du châssis sont réunis par des *entretoises* en bois et tout le système peut tourner facilement autour d'une cheville fixée en avant dans le petit châssis, pendant que les roulettes se meuvent sur un plateau circulaire. Dans une échantignolle posée sur un tirant se trouve une vis de pointage, et en dessous, à l'entretoise de crosse par lequel l'affût glisse sur la poutrelle directrice du châssis, est adaptée une *lunette* dans laquelle on fait entrer la cheville-ouvrière d'un avant-train ordinaire, pour transporter l'affût. A cet effet, on

dégage l'affût du chassis, ce qui se pratique aisément, vu la pente de ce châssis, en ôtant les deux roulettes, l'abattant sur la plate-forme, et faisant rouler en arrière l'affût sur le moyeu, jusqu'à ce que les roues atteignent la terre. Alors on l'accroche à l'avant-train, et tout le système forme une voiture à quatre roues.

Le chassis, les roues et l'avant-train de transport, sont les mêmes pour tous les calibres. Un tel chassis avec ses roulettes, le boulon de directrice et le lisoir de chêne, pèse 1,200 liv. (672 k.). Un affût de 12 pèse 706 liv. (395 k.), et un de 24, 821 liv. (460 k.).

473. L'*affût de casemate* et l'*affût marin* (fig. 43) doivent occuper le moins possible d'espace, et se composent en général de deux *flasques courts*, d'une *entretoise*, d'un ou de deux essieux en bois. Ils portent sur trois ou quatre roulettes ou roues massives. On peut supprimer les roues de derrière en arrondissant, dans cette partie, le dessous de l'affût.

Les roues de devant ont de 14 à 20 pouces (0^m,367 à 0^m,524) de diamètre. Celles de derrière, de 1 à 1 1/2 pied (0^m,314 à 0^m,471). Les roues massives ont, dans leur contour, quatre ou six trous

[redacted]

pour enfoncer les leviers, et mettre facilement la pièce en batterie ou hors de batterie. Souvent les affûts de casemate reposent sur un chassis mobile, autour d'un boulon, on les nomme alors *bas affûts à chassis,* et leur recul peut être arrêté, comme dans les affûts de vaisseau, par des cordages. Ces derniers sont montés sur un chassis ou sur une sorte de traîneau construit à cet effet. Leur appareil de pointage consiste la plupart du temps en un *coin.*

474. Pour pouvoir faire feu à barbette, et être à couvert pendant le chargement, on a imaginé aussi des affûts à *roues excentriques* ou *elliptiques.* Dans le tir, la pièce est disposée de manière que le plus grand diamètre soit vertical. Le recul force l'affût à descendre sur le plus petit. Il est chargé, dans cette position, avec facilité et sûreté; il est ensuite aisément replacé dans l'autre position.

475. Pour tirer sur un objet beaucoup plus bas que l'axe de la bouche à feu, Keller a employé en 1782 à Gibraltar, les affûts *à dépression*, qui ont paru ensuite susceptibles d'être mis en usage à Kœnigstein et de 1831 à 1834 à Ehrenbreistein. On les a affectés seulement aux pièces légères de 6 à 12, mais leur poids est de 2,160 livres (1210 k.) pour le calibre de 6, et de 3,500 livres (1960 k.) pour le

calibre de 12. Ils consistent (fig. 131) en 3 pièces principales de chêne, dont la première (*a*) nommée *Unterschaft* (*semelle*) s'appuie sur deux essieux en bois. Ces essieux reposent sur deux roulettes massives mobiles sur un chassis. *La semelle* soutient en avant une deuxième poutre (*Mittelschaft*) (*b*) et en arrière les deux montants (*c*). La pièce (*b*) est liée en avant à la pièce (*a*) par une cheville horizontale et tourne autour de cette cheville comme charnière. Par derrière elle repose entre les deux montants sur la tête d'une vis de pointage. Dans le milieu elle est creusée d'une entaille pour le boulon de tiroir de la pièce supérieure (*Oberschaftes*) d qui reçoit la bouche à feu et se meut comme un traîneau sur le *Mittelschaft*. Les deux montants soutenus par deux forts arc-boutants s'appuyent, sous l'angle de 65°, sur la partie postérieure de la pièce *Unterschaft*. Un treuil avec poulie moufflée et manivelle sert à mettre en mouvement le mittelschaft, lorsque la machine de pointage ne suffit plus. On peut ainsi donner à la bouche à feu une inclinaison de 40° et plus. Un genre particulier d'avant-train s'adapte pour le transport à ce genre d'affût.

476. Enfin, il y a lieu de mentionner une espèce

[redacted]

d'affûts qui doivent s'élever sur des points tels qu'ils puissent dominer au loin le pays environnant, en prenant peu d'espace, comme par exemple, sur les tours rondes, appelées *Martellos*, avec lesquelles les Anglais défendent leurs côtes sur plusieurs points. (1) Elles sont munies à la partie supérieure de plates-formes et de une à trois bouches à feu, qui reposent sur des affûts à roulettes en fer ou en bois, dont le point de rotation est au milieu, et dont les deux essieus portent des roues qui peuvent les faire tourner avec facilité suivant le besoin sur des voies de fer. On les a appelés affûts *Martello*. C'est d'après ce principe qu'on a établi sur les tours Maximilien de Lintz, une batterie de dix pièces à plate-forme, pouvant se mouvoir très-promptement dans un très-petit espace.

Modifications particulières des diverses espèces d'affûts.

477. Déjà, dans l'aperçu historique (70) on a fait mention des *affûts à flèche* anglais, en ajoutant

(1) On appelle *Martello* une tour de l'île de Corse que les Anglais attaquèrent inutilement en 1794, quoiqu'elle ne fût armée que d'une seule pièce.

qu'ils avaient attiré l'attention de toutes les puissances, et que plusieurs Etats allemands, le Hanovre et Nassau, les avaient adoptés. La France ne voulut pas changer son immense matériel sans des épreuves approfondies. Elles conduisirent à ce résultat qu'il y avait lieu d'adopter les affûts à flèche non-seulement pour le service de campagne, mais encore pour celui de siége.

478. La flèche de ces affûts, en France, était d'abord formée dans sa longueur de deux parties, ce qui permettait de détacher le cœur du tronc ; mais maintenant, on la fait d'une seule pièce en France comme en Angleterre, parce qu'on a remarqué que l'humidité s'introduisant dans les assemblages, amenait la pourriture du bois. En même temps, on a jugé nécessaire de renforcer la flèche de l'affût de 8, dans la hauteur comme dans la largeur, de 0,38 pouces (10 millimètres). Les deux demi-flasques, qui contiennent les encastrements des tourillons, ne sont pas immédiatement fixés aux faces latérales de la flèche, mais en sont séparés par de fortes plaques de fonte (*rondelles d'assemblage*). L'avant-train, au lieu de deux petits coffres à munitions, contient un seul coffret de grande dimension, fixé non avec de la corde, mais des bandes et des liens

de fer. Le milieu de ce coffret ne correspond pas directement au-dessus de l'essieu de l'avant-train, mais il est reporté un peu en arrière. Il en résulte un allégement pour le timon, qui est très-fortement chargé, lorsque les hommes de service montent sur le coffret. On s'est plaint de ce que les munitions contenues dans le coffret sont promptement altérées par les secousses dans le transport. La limonière est remplacée par un simple timon, long de 10 pieds (3^m,14), au bout duquel sont adaptées deux branches courbes de fer (*branches de support*), munies de deux anneaux coulants qui s'adaptent au collier, et à l'aide desquels les chevaux de trait peuvent supporter le poids du timon.

Ces chevaux sont souvent blessés à l'encolure, près du garrot, et ces blessures se guérissent difficilement. Pour tous les affûts et voitures de campagne, on emploie la même espèce d'avant-train et de roues, dont les jantes sont entourées de cercles complets en fer. Le poids d'une pièce de 12 de campagne (bouche à feu, affût, avant-train chargé), est de 3786 liv. (2162 k.)

Le grand-duc de Bade et le grand-duc de Hesse ont formé leur artillerie de campagne prin-

cipalement d'après ce modèle, avec quelques modifications.

En Belgique, le crochet cheville-ouvrière est adapté à 4 pouces en arrière de l'essieu. En Hollande, il se trouve en arrière à 17 pouces 1/4. Il en résulte que lorsque l'affût est sur son avant-train, la prépondérance du timon est essentiellement diminuée; d'un autre côté le tournant de la voiture est augmenté. Mais lorsque ce genre d'avant-train est conduit isolément, la prépondérance du timon est supportée par les deux chevaux de derrière. Dans l'affût à flèche hollandais, l'anneau-lunette est fixé à la queue, de telle manière qu'il peut tourner autour de son axe, d'où résulte cet avantage que les points de contact de l'affût et de l'avant-train, quand chacune de ces deux parties se trouve sur des plans différemment inclinés, restent dans le même plan, et il n'arrive pas facilement que ces deux parties se renversent simultanément.

479. Les affûts de siége français ont la même forme que ceux de campagne, mais au lieu d'une lunette adaptée à l'extrémité des crosses, on trouve dans la flèche, à 30 pouces ($0^m,786$) environ en avant, une lunette cylindrique, au moyen de laquelle la flèche porte sur la cheville-ouvrière dispo-

sée un peu en arrière de l'essieu de l'avant-train, et s'appuie en partie sur cet essieu. (Fig. 132.) De cette manière, il devient possible de répartir la charge du canon sur les deux essieux, assez également pour que cette bouche à feu, dans les plus longs transports, puisse rester sur son affût. A cet effet, on enlève la vis de pointage de son écrou, et on l'enfonce dans une cavité (*logement*) pratiquée en arrière dans la flèche. On fait glisser le canon en arrière, jusqu'à ce que les tourillons viennent toucher deux forts *pitons* de fer (*chevilles arrêtoirs*) remplaçant les encastrements de route et adaptés vers l'extrémité des flasques. Encore plus loin, du côté de l'avant-train, se trouve sur la flèche une forte pièce d'appui (*coussinet*) qui maintient la culasse, pendant que les pitons maintiennent les tourillons. Le poids de l'affût de 24, avec les roues est de 1698 livres (990 k.) L'avant-train à sellette a des roues égales à celles de l'affût.

480. En Bavière, ainsi que dans plusieurs autres États, on a fait des épreuves qui n'ont pas donné lieu de reconnaître assez de supériorité dans les systèmes anglais et français, pour porter à abandonner les affûts à flasques existants, ce qui eût entraîné la perte de ces affûts, de leur armature et

des approvisionnements en bois desséché. Le lieutenant général Freiher de Zoller, alors directeur de l'arsenal, a proposé un moyen d'approprier au service de campagne les affûts existants, de manière à leur donner tous les avantages des affûts anglais, et à éviter leurs défauts (fig. 115, 138 et 139). Ce système fut soumis à de longues épreuves et définitivement adopté en 1836.

L'affût à flasques parallèles a été conservé, mais on a cherché à donner à la voiture une voie de 58,5 pouces (1 m,53). A cet effet, on a soudé, au milieu de l'essieu, une pièce de 14 pouces (0m,367) de longueur, et on a enveloppé cet essieu d'un corps de bois d'orme.

Des deux côtés de la lunette, on a adapté des poignées mobiles, et cette lunette a été établie de telle manière que le timon de l'avant-train à coffret fût toujours, sur un terrain plat, maintenu dans la position favorable au tirage, quoique d'ailleurs on ait supprimé la sassoire et éloigné la cheville-ouvrière de 34 pouces (0m,89) environ, en arrière de l'essieu de l'avant-train.

Cette lunette présente, à la partie inférieure, la forme d'un D dont l'arrondissement est tourné du côté opposé au timon. Elle est garnie intérieure-

ment de fortes boîtes métalliques qui la garantissent contre l'usure. A la partie supérieure, elle s'élargit en ovale, et est munie d'une pièce métallique en forme de cœur dont la partie saillante est en acier dur. Dans cette lunette, la cheville-ouvrière a assez de jeu pour permettre à l'affût de franchir tous les obstacles de terrain. L'avant-train a des roues de 45 pouces ($1^{m},18$) de hauteur susceptibles de s'adapter à toutes les voitures de l'artillerie de campagne. Il porte un grand coffret dont le milieu repose sur l'essieu, et dont les dimensions sont telles que trois hommes peuvent s'y asseoir. Ce coffret s'ouvre en arrière ; on peut aussi l'établir à 4 pouces ($0^{m},1048$) au-delà, et, au besoin, il est susceptible d'être retourné et de s'ouvrir aussi en avant. L'essieu a toujours la même dimension, et les roues de l'affût de 6, qui ont une hauteur de 55 pouces ($1^{m},44$), peuvent s'adapter à tous les arrière-trains. Les roues, pour le calibre de 12, sont plus fortes.

Dans le cas où l'affût doit être transporté sans être surmonté de sa bouche à feu, les crosses pressent sur la sellette, et le timon peut atteindre une hauteur susceptible de fatiguer les chevaux de trait. Pour éviter cet inconvénient, on a établi en (*h*) fig. 138, un anneau et une chaîne de tension qui assu-

rent la position régulière du timon, en fixant la chaîne à l'anneau de prolonge qui se trouve à la sellette.

481. Pour le service des places et des casemates, on a adopté, en 1843, les affûts français modifiés par M. de Liel, alors capitaine, maintenant général-major et fondé de pouvoirs près la commission militaire de la Confédération allemande. On peut avec ces affûts donner aux bouches à feu six hauteurs différentes au-dessus du terrain, ce qui permet de faire feu au-dessus du parapet ou du rempart comme avec l'affût de place Gribeauval, ou de s'en servir dans les casemates, enfin de tirer dans les embrasures, et même de les employer comme affûts de siége.

La fig. 129 présente la disposition de cet affût. Il a 42 pouces (1^m,10) de hauteur, est monté sur roues à rais entourés d'un cercle. Elles portent sur les poutrelles d'un chassis qui reposent en avant et, au milieu, sur des chantiers, lesquels n'empêchent pas le mouvement autour d'une cheville placée en avant de tout le système, monté en arrière sur des roulettes en fonte. L'axe des tourillons a une élévation de 74,2 pouces (1^m,94). Lorsqu'on ôte les chantiers, la hauteur se réduit à 64,7 pouces,

[redacted]

(1^m,485). Enfin, en enlevant tout le chassis, elle n'est plus que de 56,2 pouces (1^m,462), et les roues portent sur une plate-forme horizontale, pendant que la crosse repose contre la poutrelle directrice. Si l'on fait reposer l'affût sur des gîtes, l'axe des tourillons ne s'élève plus que de 51 pouces (1^m,336) au-dessus du sol : c'est le cas de l'emploi de cet affût pour siége. Dans les casemates, on remplace les roues à rais par des roues massives dont la hauteur est à Germersheim de 26 pouces (0^m,681) et à Ingolstadt de 18 pouces (0^m,472). Leur contour contient six trous, dans lesquels on introduit les leviers munis de pinces de fer, lorsqu'on veut mettre l'affût en mouvement.

La première espèce de ces roues massives, élève la bouche à feu de 48, 35 pouces au-dessus du sol ; la deuxième espèce de 39 pouces 1/4 seulement; on remplace le chassis par une poutrelle directrice.

482. Pour le transport, le canon est poussé dans un encastrement de route formé par des pitons de fer. On monte l'affût sur l'avant-train, et le chassis est suspendu en arrière, à l'entre toise de tête. Les roulettes massives sont enfoncées dans des demi-essieux disposés sur les côtés. Dans le service

des casemates, on le transporte sur des roues massives. Toutefois, si l'éloignement est considérable, on y adapte des roues à rais. On le monte sur avant-train et on ôte le timon. L'avant-train adopté pour les affûts de place et de siège, pèse 700 livres (392 k.) n'a pas de cheville-ouvrière, mais un crochet et une petite sassoire. L'essieu et les roues sont les mêmes que pour l'affût. La voie a 40 pouces (1^{m},048) et l'angle de tournant s'élève à 53°. Il y a quatre espèces d'affuts : 1° un pour le 18 et le 24 court ; 2° un pour le 12 lourd ; 3° un pour le 6 lourd ; 4° un pour le 24 long. Deux sont destinés aux obusiers lourds comme il en sera question plus tard, en traitant de ce genre de bouches à feu. Ces espèces d'affûts diffèrent entre elles par l'épaisseur des flasques, leur longueur et par le diamètre de l'encastrement des tourillons. Pour les trois premiers calibres, l'essieu, les roues à rais et massives, le châssis et la plate-forme sont les mêmes. Pour le quatrième il y a un essieu particulier, des roues à rais plus fortes, un châssis de dimensions plus considérables. Le poids d'un affût avec roues à rais s'élève à 1174 liv. (657 k.) pour le calibre de 6 ; à 1336 (748 k.) pour le calibre de 12, à 1432 (794 k.) pour le calibre de 18, à 2050



(1140 k.) pour le calibre de 24, le châssis pèse 636 liv. (356 k.).

483. En Suède, on a adopté, en 1831, un affût de campagne construit de manière à tenir jusqu'à un certain point le milieu entre les affûts à flasques et ceux à flèche, décrits précédemment, où le timon est équilibré. La flèche est remplacée par deux flasques parallèles espacés de 4 à 6 pouces (0m,1048 à 0m,1572), et qui, vers l'entretoise d'avant train, éprouvent une diminution de 1/3 sur leur hauteur et sur leur épaisseur. Ces deux longs flasques sont liés entre eux par trois entretoises et trois boulons qui les réunissent aussi avec 2 courts demi-flasques extérieurs dont les encastrements reçoivent la bouche à feu comme dans les affûts à flèche. Les encastrements des tourillons en fonte de fer sont séparés des flasques par une semelle de cuir pour amortir le choc dans le tir. L'essieu, enveloppé d'un corps en bois, correspond à la partie supérieure des flasques et au milieu des demi-flasques. Il est disposé de telle manière que l'axe des tourillons d'un canon de 6 s'élève de 35 pouces (0,m917) seulement au-dessus du terrain, bien que la roue ait 55 pouces (1m,446) de diamètre.

La réunion des deux trains s'opère dans une



(0^m,288) plus bas que l'affût et les roues de derrière, La voie est de 58,5 pouces (0^m,153). La cheville-ouvrière de l'avant-train est, suivant l'espèce de bouche à feu, de 25 à 27 pouces (0^m,655 à 0^m,707) en avant de l'essieu de l'avant-train, lequel est distant de 112 à 116 pouces (2^m,912 à 3^m,016) de l'essieu de l'affût. En général, on s'est proposé de réduire autant que possible le nombre et les espèces des objets d'approvisionnement.

Affûts en fer.

485. Déjà dans le paragraphe 453 on a fait voir sous quelles conditions et dans quelles circonstances les affûts en fer pouvaient être adoptés, et quels étaient les avantages et les inconvénients de l'emploi de ces affûts. On a dit aussi que, depuis quelques années, en Angleterre, en Suède et en France l'on employait des affûts en fonte pour le service des places, des casemates et des côtes, lesquels, pour les formes extérieures, ne différaient pas essentiellement les uns des autres. Pour l'emploi de ce matériel, il importe que les arêtes vives soient remplacées par des formes arrondies, et vu la fragilité de la fonte, que l'on évite de percer ces pièces

($0^m,288$) plus [illegible]
rière, La voie [illegible]
ville-ouvrière [illegible]
de bouche à [illegible] che-
$0^m,707$) en [illegible] à li-
est distant de [illegible] pour
de l'essieu de [illegible] leur
de réduire [illegible]. Leur
espèces des [illegible] manière
[illegible] Elles doi-
[illegible] poids.
[illegible] et des roues
485. D[illegible] La longueur
sous que[illegible] sont seulement
tances les [illegible] complet pèse
quels [illegible] roues 94 (53 k.), de
l'emploi [illegible] puisse porter toute la
quelques [illegible] la limonière sont por-
France [illegible], les munitions par un
service [illegible] employé dans le Caucase
quels, [illegible] montagne.
essen[illegible]
ce ma[illegible] *des canons.*
rempl[illegible]
gilit[illegible] bouches à feu nécessite l'em-

et de leur donner de trop faibles dimensions. Les roues massives, les rouleaux et les moyeux sont faits en fonte, les rais et les jantes des roues élevées, destinées au transport, se font en fer. Ces principes sont adoptés pour la plupart des affûts. Ainsi l'affût anglais de casemate et de place (*fig.* 122), a deux flasques en fonte, liés entre eux par des boulons et montés sur quatre roues, dont les deux de derrière s'enlèvent lorsqu'on le place sur châssis. Il en résulte que l'affût glisse sur le châssis par sa partie postérieure, ce qui diminue notablement le recul. La position du pivot du châssis peut être changée suivant le but qu'on se propose de remplir. Ce genre d'affût à châssis s'appelle aussi *affût à pivot*. Celui de 24 pèse 18 1/4 quintaux (1022 k.). Le châssis en font
pèse 45 quintaux (2520 k.).

En Prusse on emploie cinq genres d'affûts en fer forgé pour les diverses pièces destinées à la défens des places. Ce sont des affûts à châssis, et tous ser vent pour remparts et casemates et peuvent êtr utilisés comme affûts à châssis. La figure 123 pr sente le dessin de cet affût qui consiste en un m tant en avant *a*, un *arc-boutant b*, et une b d'*assemblage c*.

[redacted]

Affût de montagne.

486. Les pièces de montagne, lorsque les chemins permettent leur roulage, sont conduites à limonières, mais quand il n'y a de passage que pour les chevaux ou mulets, elles sont placées sur leur dos au moyen de bâts appropriés à cet usage. Leur construction doit être déterminée de telle manière qu'elles puissent être portées facilement. Elles doivent être de petite dimension et de faible poids. L'affût a en général un essieu en bois et des roues légères avec des boîtes de fer forgé. La longueur de l'essieu et la hauteur des roues sont seulement de 36 pouces (0^{m},94). L'affût complet pèse 126 livres (71 k.) et les deux roues 94 (53 k.), de telle sorte qu'un seul mulet puisse porter toute la charge. La bouche à feu et la limonière sont portées par un deuxième mulet, les munitions par un troisième. Les Russes ont employé dans le Caucase des affûts en fonte de montagne.

Armements des canons.

les bouches à feu nécessite l'em-

ploi de divers accessoires portés partie sur l'affût, partie dans le coffret de l'avant-train.

Le *refouloir*, dont l'objet est d'enfoncer et de placer la charge, présente un cylindre qui a, en diamètre, un calibre du boulet, et en longueur, de 1 1/2 à 2 calibres. Ce cylindre, qu'on appelle *tête du refouloir*, est adapté à l'extrémité d'une hampe ayant la longueur nécessaire pour que cette tête parvienne au fond de l'âme. Dans les pièces de campagne, il y a, à l'autre extrémité de la hampe, l'*écouvillon*, cylindre semblable au refouloir, garni de soies de porcs, et destiné à nettoyer l'âme. Dans les pièces de siége et place, à l'exception du calibre de 24 court, l'écouvillon et le refouloir sont sur des hampes différentes vu la longueur de ces hampes. Dans quelques pays, il y a aussi un fourreau pour l'écouvillon.

Pour préserver le servant qui introduit la charge, si elle venait à prendre feu pendant le chargement, on a dans certaines artilleries, par exemple dans celle de Suède, confectionné des refouloirs à hampe courbe, composés de deux bras, l'un long, à l'extrémité duquel se trouve le refouloir et qui sert à enfoncer la charge, l'autre plus court, que l'on tient dans la manœuvre.

488. Le service des bouches à feu exige en outre un ou plusieurs *leviers de pointage* pour pièces de campagne ; des *leviers de manœuvre* pour pièces de batteries ; des *sacs à charge* pour les premières ; des *caisses en bois* pour porter les munitions dans les secondes, des *sacs à étoupilles* contenant les moyens d'inflammation et les *doigtiers*, des *bricoles* avec cordes et anneaux, des *prolonges* de 20 à 30 pieds (6^m,28 à 9^m,42) de longueur ; des *chaînes de fer*, *dégorgeoirs*, *boute-feux*, *boîtes à mèches*, *porte-lances*, *étuis à lances*, des *ficelles* pour étoupilles percutantes, enfin divers ustensiles pour décharger et nettoyer les canons, tels que *tire-bourres*, *tire-sabots*, *tire-bourres à vis*, *chasse-clous*, *alléseirs*, *marteaux*, *tenailles*, *vrilles*.

L'artillerie de campagne doit être accompagnée : 1° des outils nécessaires pour applanir les difficultés de terrain ; 2° de volées de devant, cordes à fourrages, traits d'attelage en réserve, fers à cheval, clous, seaux d'abreuvoir ; 3° de roues, timons, palonniers, chevilles-ouvrières ; 4° de boîtes à graisse, lanternes et bougies.

Pour préserver l'âme des pièces d'humidité, on couvre la bouche d'un tampon, et la lumière d'un chapiteau de bois ou de tôle. On se munit de clous

d'acier préparés, destinés à être enfoncés dans la lumière, et à mettre les pièces hors d'état de servir immédiatement, si on était réduit à la nécessité de les laisser entre les mains de l'ennemi.

MUNITIONS.

Munitions de métal.

489. On peut, avec les canons, lancer un gros projectile (*boulet*) à grande distance, ou plusieurs petits appelés *balles à mitraille*, sur des objets moins éloignés.

Les pièces de gros calibre, notamment le 24 court, peuvent aussi, par exception, lancer des boulets creux ou obus, et depuis une époque récente, les calibres de 6 et de 12 peuvent lancer des obus à balles.

Les boulets se font en général en fonte grise, métal qui remplit les conditions d'un bon service, sous le rapport de la dureté, de l'élasticité, et qui se lime et se burine très-bien. Ils sont la plupart du temps coulés en sable, et la couture est abattue

[redacted]

au marteau (1). Les balles à mitraille sont forgées et rebattues.

(1) Les boulets se font en fonte de première fusion. La fonte truitée ou mêlée convient particulièrement à leur fabrication. Elle doit être très-liquide et pas trop chaude. Il y a deux modes de fabrication pour les projectiles : *fabrication en coquilles, et moulage en sable.*

Dans le premier mode, on se sert de deux demi-moules en fonte assemblés, à charnière, présentant intérieurement chacun un vide hémisphérique, et sur leur ligne de jonction un trou de coulée, par lequel on verse la fonte. Lorsqu'elle est solidifiée, on désassemble les moules, on casse le jet d'un coup de marteau et on retire le boulet.

Dans le moulage en sable, on se sert : 1° de modèles en cuivre ou en fonte, formés de deux pièces hémisphériques, évidées à l'intérieur et s'assemblant par emboîtement; 2° de châssis en fonte composés de deux pièces. chacune de la forme d'une pyramide quadrangulaire tronquée, et qui s'assemblent par leur grande base.

On place sur la planche de fond, le demi-châssis inférieur appelé *demi-châssis femelle*, et le demi-modèle correspondant; on remplit le demi-châssis de sable en trois fois et on le bat avec un morceau de bois appelé *batte*, de manière à ce qu'il soit uniformément serré. On retourne le demi-châssis, la concavité du modèle en dessus; on assemble les deux demi-modèles et les deux demi-châssis; on place une pièce de bois appelée *jet*, destinée à conduire la fonte dans le moule; on remplit et on serre le sable dans le demi-châssis supérieur, ou *demi-châssis mâle*, comme dans l'intérieur.

Le mouleur sépare les deux demi-châssis, retire les deux

Bien que les obus puissent être tirés, par exception, avec les canons, on traitera plus tard spécia-

demi-modèles et le jet, et assemble de nouveau les deux demi-châssis, le jet en-dessus.

Dans chaque demi-châssis on moule ordinairement à la fois 2 boulets de 24, 16, 12, ou 4 boulets de 8. On effectue la coulée.

Après la coulée, on désassemble les châssis; on fait tomber le sable avec une pelle; les râpeurs cassent les jets et râpent les boulets, surtout sur la couture; les ébarbeurs avec des limes, burins, marteaux, font disparaître complètement la couture, et enlèvent toutes les aspérités.

Les boulets sont alors mis dans un tonneau de fonte qui tourne avec la vitesse de trente tours par minute. Cette opération les dépouille parfaitement de sable, polit la surface, met à nu les soufflures et autres défauts.

Enfin les boulets sont chauffés au rouge cerise dans un four à réverbère et rebattus sous un martinet et sur une enclume qui contiennent, l'un et l'autre, une cavité hémisphérique. Le rebattage a l'avantage de rendre le boulet plus sphérique, sa surface plus unie. Il fait disparaître les traces du jet et de la couture. Malgré ces avantages, il apporte de la complication et une augmentation de dépense dans la fabrication

On s'est demandé et l'on se demande encore si on ne pourrait pas le supprimer. Les obus ne sont pas rebattus. Quant aux boulets, il serait peut-être suffisant de les lisser et de les recuire. Pour recevoir les boulets, on les présente successivement à la grande lunette, dans laquelle ils doivent passer librement, et à la petite, dans laquelle ils ne doivent

[redacted]

lement de ce qui les concerne, en parlant des obusiers. Les obus à balles appelés aussi *Schrapnels*, sont des obus d'une faible épaisseur, que l'on remplit de poudre et de balles de plomb; ils sont munis d'une fusée dont la longueur et l'inflammabilité sont calculées de telle manière, qu'ils éclatent en avant de l'ennemi sur lequel ils projettent à la fois des balles et des éclats.

490. TABLEAU DES DIAMÈTRES DES BOULETS.

Calibres des pièces.		Diamètres des boulets.	
3	livres	2,74 pouces	0m,072
6	—	3,45	0m,091
12	—	4,36	0m,114
18	—	4,99	0m,130
24	—	5,50	0m,144

On a dans l'origine désigné les projectiles d'après les poids de l'artillerie, à Nuremberg. En les rédui-

pas entrer. On les fait passer dans un cylindre de métal incliné; on examine leur surface, les trous et autres défauts qu'ils pourraient contenir; enfin, on pèse le vingtième de la fourniture.

sant en livres de Bavière, on trouve les résultats suivants :

Livres de Nuremberg.	Poids en livre de Bavières.	Kilogrammes.
3	2 1/2	1 kil. 400
6	4 7/8	2 73
12	9 3/4	5 46
18	14 2/3	8 21
24	19 5/8	10 99

491. On ne peut faire les projectiles assez justes pour qu'ils ne présentent pas toujours quelques variations de diamètres. On se sert, dans les réceptions, de deux *lunettes*, *anneaux* ou *cylindres*. Le projectile ne doit pas pouvoir entrer dans celui du petit diamètre, mais il passe librement dans le plus grand.

Les variations dans le calibre des projectiles s'élèvent de 0,03 pouces à 0,05 (0^m,0008 à 0^m,0013), suivant que la fabrication en est plus ou moins perfectionnée dans tel ou tel pays.

492. Les *balles à mitraille*, auxquelles on donne aussi le nom de *schrote*, *dragées*, étaient autrefois confectionnées en plomb. On les a remplacées par

(1) Voir la note F, page 278.

des balles de fer qui conviennent mieux à cette destination.

Dans l'ancien temps, on disposait les balles à mitraille sur un plateau autour d'un axe en fer. On les appelait *grains de raisin*, et leur ensemble *grappes de raisin*. Maintenant, on en remplit des boîtes cylindriques de fer-blanc, ayant un culot de fer. On place une balle au milieu, et les autres autour. On forme ainsi plusieurs couches superposées. Quelquefois ces couches sont séparées par des plateaux reliés entre eux par un boulon.

La réunion des balles doit donner le poids du boulet. La plupart du temps, en y comprenant la boîte et le culot de fer, ce poids est de 1/3 et même de moitié plus fort. La lourdeur des boîtes est en rapport avec le calibre (1).

493. Le nombre des balles est très variable, suivant les armées. Il dépend du poids de la balle et de la règle indiquée dans le paragraphe précédent. Les balles qu'on emploie pèsent 2, 3, 6, 12, jusqu'à 24 loths, et même jusqu'à 1 livre (35 gr., 52 gr. 5, 105 gr., 210 gr., 420 gr., 560 gr.).

(1) Voir la note G, page 278.

Contenance des boîtes à balles.

AUTRICHE. (*Calibre de* 6). 28 balles de 6 loths (0 k. 105) 60 de 3 loths (0 k. 0525).
(*Calibre de* 12). 12 balles de 32 loths (0 k. 56), 66 de 6 loths (0 k. 105), et 6 de 3 loths (0 k. 0525), ou encore 114 de 3 loths (0 k. 525;
Calibre de 18 *et de* 24). 84 et 114 de 6 loths.

DANEMARCK. (*Calibre de* 3). 100 balles de 1 loth (0 k. 0175).
(*Calibre de* 6). 100 balles de 2 loths (0 k. 0,0350).
(*Calibre de* 12). 100 balles de 4 loths (0 k. 070).

PRUSSE. Toutes les boîtes à balles de campagne et de siége, à l'exception du calibre de 24, pèsent 1 fois 1[2 le poids des boulets et contiennent 41 balles, dont le poids contient autant de loths que le calibre contient de livres. Les autres pèsent en principe le poids du boulet. Pour les bouches à feu de place, l'espèce

[redacted]

de balles et le mode de chargement des boîtes à balles dépendent principalement du but qu'on se propose.

BAVIÈRE. On observe la même règle. La boîte à balles de 6 contient 41 balles de 6 loths (0 k. 105). Celle de 12, 41 balles de 12 loth (0 k. 2107. Dans le premier cas, la boîte à balles pleine pèse 8 livres 25 loths (4 k. 918). Dans le second cas, celle de 12 pèse 17 livres (9 k. 32). L'obus à balles pour calibre de 6 contient 36 balles de plomb et une charge de 1 loth 1/8 (20 gr. 2). Celui pour calibre de 12 contient 63 balles de plomb et une charge de poudre de 1 loth 7/8 (33 gr.)

Charges de poudre.

494. On a développé en général (296) les principes sur lesquels est basée l'estimation de la charge. L'expérience a prouvé qu'il convenait de donner aux pièces de campagne une charge de poudre dont le poids fût le tiers ou le quart du poids du

boulet et qu'il en résultait pour un canon dont la longueur était de 16 à 18 calibres une portée et une puissance d'action suffisantes, sans fatigue pour la bouche à feu et pour l'affût. Dans les pièces de campagne bavaroises, longues de 18 calibres, la charge du 6 est de 1 liv. 1/2 ; (0 k. 840). Celle du 12 est de 2 liv. 3/4 (1 k. 84).

Avec les pièces de siége et de place, la charge varie suivant leur destination. Par exemple, pour le canon lourd de 12, elle est de 2 liv. 1/2 à 3 liv. (1 k. 40 à 1 k. 68) ; pour le 18, dans le tir en brèche, de 5 liv. (2 k. 80) ; pour le 24 court, de 3 1/2 (1 k. 96) ; pour le 24 long, de 6 à 7 livres (3 k. 36 à 3 k. 92) ; pour le tir à ricochet, elle varie suivant la destination de ces pièces et est en général beaucoup moindre.

Dans le tir à mitraille, la charge est soit égale à celle qui correspond au calibre, soit un peu plus forte. Si elle était trop considérable, elle aurait l'inconvénient de trop écarter les balles. En Bavière, les charges sont : pour le tir à mitraille, avec le calibre de 6, 1 liv. 3/4 (0 k. 980) ; pour le calibre de 12, 3 liv. (1 k. 680). Pour les obus ou les Schrappnels, tirés avec des canons, les charges sont, en général, plus faibles. En Prusse, on les réduit des 4/7

[redacted]

aux 5/8 de la charge ordinaire. En Bavière, on tire les Shrapnels à charge entière (1).

Cartouches.

495. Autrefois on introduisait avec une *lanterne*, la poudre de la charge dans le canon. Aujourd'hui, lorsque le tir ne doit pas être rapide, on peut la mettre dans une gargousse de papier, et placer par dessus le boulet ou la boîte à balles. Mais, dans le tir de campagne, où il faut faire feu rapidement, ce mode n'est plus praticable, et la charge est préparée d'avance dans des *sachets* destinés à cet effet. Ces sachets doivent présenter une certaine consistance pour résister à la pression de la charge fortement tassée, ne pas se déchirer, ni se déformer. Il importe, en outre que, dans le tir, ils ne conservent pas de parties en ignition. On les confectionne généralement en laine fine (*étamine, ras, frisé*).

496. La plupart du temps, le boulet ou la boîte à balles sont réunis à la charge, et tout le système, qu'on appelle *cartouche à boulets* ou *à balles*, est in-

(1) Voir la note H, au tableau page 278.

NOTE F, PAGE 272. — TABLEAU DES DIAMÈTRES (MOYENNE ENTRE CELUI DES DEUX LUNETTES) ET POIDS DES BOULETS.

	BOULETS DE L'ARTILLERIE DE TERRE.							BOULETS DE LA MARINE.							
	30	24	16	12	8	6	4	50	36	30	24	18	12	8	1
Diamètre.........	millim. 159,6	millim. 148,5	millim. 129,5	millim. 118,4	millim. 103,1	millim. 92,7	millim. 81,96	millim. 189,0	millim. 169,2	millim. 159,6	millim. 147,4	millim. 134,2	millim. 117,2	millim. 102,6	millim. 50,5
Poids.............	kilogr. 15	kilogr. 12	kilogr. 8	kilogr. 6	kilogr. 4	kilogr. 3	kilogr. 2	kilogr. 25,15	kilogr. 18,04	kilogr. 15,14	kilogr. 11,93	kilogr. 9,0	kilogr. 6,01	kilogr. 4,02	kilogr. 0,48

NOTE G, PAGE 273. — BALLES A MITRAILLES USITÉES EN FRANCE.

	NUMÉROS des balles.	DIAMÈTRES Moyenne entre celui des deux lunettes.	POIDS.	BOUCHES A FEU AUXQUELLES ELLES SONT DESTINÉES.
Balles en fonte	N° 1	51mm,5	600 gr.	Canon de 36. (La boîte à balles en contient 28.)
	N° 2	47 5	400	Canons de 30, de 24 et obusier de 22 c. (La boîte à balles en contient 34 pour canon, 28 pour obusier de siége, 56 pour obusier de place et de côte.)
	N° 3	41 5	270	Canon de 16. (La boîte à balles en contient 34.)
	N° 4	38	200	Canon de 12 de place et de campagne et obusier de 16 c. (La boîte à balles en contient 41 pour canon de 12, 34 pour canon obusier, 48 pour obusier de 16 c.)
	N° 5	33	135	Canon de 8 et obusier de 15 c. (La boîte à balles en contient 41 pour canon de 8, 56 pour obusier de 15 c.)
	N° 6	26	70	Obusier de montagne. (Balles en fer forgé.)

NOTE H, PAGE 277. — POIDS DES CHARGES DE POUDRE POUR BOUCHES A FEU DE CAMPAGNE.

CANON DE 12.		CANON DE 8.		CANON OBUSIER DE 12.				CANON OBUSIER DE 12 LÉGER.			
Boulet.	Boîte à balles.	Boulet.	Boîte à balles.	Boulet.	Obus ordinaire.	Obus à balles.	Boîte à balles.	Boulet.	Obus ordinaire.	Obus à balles.	Boîte à balles.
1 k. 958	1 k. 958	1 k. 225	1 k. 225	1 k. 400	1 k.	1 k. 400	1 k.	1 k.	1 k.	1 k.	1 k.

troduit à la fois. Cette réunion du projectile à la charge s'opère au moyen d'un *sabot en bois* auquel, d'un côté, le sachet à poudre est attaché ; de l'autre, le boulet est fixé par des bandelettes de fer-blanc en croix (fig. 108). Dans l'artillerie autrichienne et suédoise, on place, sur la charge de poudre, le boulet séparé par une faible couche de poil ; on enveloppe le tout d'un sachet fixé par deux ligatures.

Les Anglais et Hanovriens ne fixent pas le boulet au sachet, cette séparation leur paraissant plus favorable au transport des munitions.

Moyens d'inflammation.

497. Pour communiquer le feu à la charge, on aurait pu verser de la poudre dans le canal de lumière, mais ce moyen d'inflammation étant long et n'étant pas sûr, on préfère se servir, à cet effet, d'une espèce de fusées d'amorces appelées *étoupilles* de 2 à 3 pouces (0^m,0524 à 0^m,0786) de longueur. Ce sont de petits cylindres en *papier fort*, *tuyaux de plume*, *roseau*, *fer-blanc*, *tôle de laiton* ou *de cuivre*, remplis d'une composition d'artifice très-inflam-

mable, et munis extérieurement d'une mèche vive de communication (1). Les étoupilles de tôle ont, dit-on, l'inconvénient de dégrader fortement le canal de lumière. Celles de papier ou de roseau s'envolent souvent en brûlant, et deviennent dangereuses pour les munitions (2).

498. Si l'on n'a pas besoin d'une grande rapidité d'inflammation, on peut employer, à cet effet, des *mèches à canon* en cordages de chanvre purgé de chenevottes, et trempées dans une dissolution d'extrait de saturne, Elles brûlent lentement et sûrement (à raison de 1 pied, 0^m,314, en deux heures), ne jettent pas d'éclat au loin, sont peu coû-

(1) Les mèches de communication se divisent en *vives* ou *lentes*. Les dernières sont formées de fils de chanvre bouillis dans du vinaigre ou de l'eau, et saupoudrées de pulvérin. Les premières se font en fils de coton trempés dans l'eau-de-vie gommée, saupoudrés de pulvérin, qu'on étend dans une pâte d'eau-de-vie gommée et de pulvérin, et qu'on fait sécher. (*Note de l'auteur.*)

(2) Les étoupilles en France, sont des roseaux dans lesquels on verse une pâte de pulvérin et d'eau-de-vie gommée, et qu'on amorce avec des bouts de mèche.

La mèche de communication ou à étoupilles se fait avec des fils de coton imbibés d'eau-de-vie gommée, qu'on imprègne d'une pâte de pulvérin et d'eau-de-vie gommée, et qu'on saupoudre de pulvérin.

teuses; mais, par la pluie et le vent, ne donnent plus un moyen d'inflammation certain.

496. Si l'on a besoin d'un mode d'inflammation rapide et sûr, on se sert de *lances de feu*, qui se composent d'un mélange de pulvérin humecté avec de l'huile de lin, de salpêtre, de soufre et d'antimoine contenus dans une cartouche de papier de 14 pouces (0^m, 357) de longueur, et 1/4 de pouce (0^m,0065) de diamètre. Suivant la nature de la composition, elles brûlent les unes en 5 ou 6, les autres en 10 ou 15 minutes (1). Elles doivent ne pas cracher et doivent consumer l'enveloppe en papier.

500. Dans les pièces de vaisseau on s'est servi autrefois, la plupart du temps, de platines de fusil près du canal de lumière et que l'on tirait au moyen d'une corde. Aujourd'hui on a adopté l'emploi des amorces percutantes pour les pièces de marine, et même dans plusieurs États pour les pièces de cam-

(1) Les lances à feu sont des tubes en papier fort collé, au fond desquels on bat de l'argile. On y introduit ensuite une composition de 6 de salpêtre, 3 de soufre et 1 de pulvérin, qu'on refoule et qu'on bat avec une baguette : on amorce avec un bout de mèche à étoupille.

Les lances ont 0 m. 374 de longueur et 0,012 à 0,013 de diamètre intérieur. Elles doivent brûler en 8 minutes. La pluie n'empêche pas la combustion.

pagne, parce qu'elles ont paru propres à déterminer l'inflammation plus sûrement et plus rapidement.

On se sert, à cet effet, de capsules plus grosses, ou d'étoupilles préparées exprès dans lesquelles le fulminate de mercure remplace la mèche. On en emploie deux espèces. La première, adoptée par l'artillerie de Nassau, sur la proposition du major de Hadeln, et qui ressemble à celle hollandaise, consiste en un tube (*d*, fig. 135) de bois de frêne, dont la partie renforcée *c* porte sur la pièce, lorsque le tube est enfoncé dans le canal de lumière. En haut, se trouve une forte capsule *a* qui couvre une cheminée *b* coulée en alliage d'étain et de zinc. Afin que cette dernière ne se perde pas dans le transport, on en recouvre la tête d'une pièce de serge (fig. 121).

Le second système consiste en étoupilles de roseau ou de tôle, réunies à la partie supérieure avec l'enveloppe de la poudre fulminante formée de plusieurs feuilles minces de cuivre. L'extrémité de cette enveloppe est recourbée de manière à former un angle obtus avec l'étoupille. Celle-ci étant enfoncée dans le canal de lumière, l'inflammation de la poudre fulminante est produite soit par le choc d'un marteau à main, soit par l'intermédiaire

d'une espèce de platine adaptée latéralement à la lumière (fig. 145). Dans l'artillerie hollandaise, saxonne et de Nassau, un marteau de fer ou d'acier *(c)*, ou un manche de marteau mobile autour d'un axe *(d)*, est fixé au moyen d'une plaque *(a)* vissée et du support *(b)*. La table de ce marteau tombe verticalement sur le canal de lumière, lorsqu'il est mis en mouvement soit directement avec la main, soit par l'intermédiaire d'une courroie *(e)* terminée par un manche en bois *(f)*. On a essayé, pour le même objet, l'emploi de la force d'un ressort ; mais ce système a semblé peu satisfaisant.

501. Pour éviter l'emploi du marteau et de la platine et ne pas exposer les servants à recevoir les éclats de la capsule et des tubes, on se sert en Suède, d'un tube mince de verre contenant une goutte d'acide sulfurique, adapté dans le haut d'une étoupille chargée avec du chlorate de potasse. En pliant la partie supérieure, le tube de verre se rompt, et l'acide sulfurique enflamme la composition de poudre fulminante qui communique le feu à la charge. Cette espèce d'étoupille a l'inconvénient d'être difficile à confectionner et dangereuse à transporter.

Le colonel d'artillerie française Burnier a eu le premier l'idée de confectionner des étoupilles qui

(1) Le corps de l'étoupille *Burnier* est un tube formé extérieurement de papier et à l'intérieur de rubans de coton, et renfermant la composition fulminante et un brin de mèche à étoupilles ordinaires. Une des extrémités du tube est fendue sur une longueur de 35 millimètres. La composition fulminante, qui contient parties égales de chlorate de potasse et de sulfure d'antimoine humectées d'eau-de-vie gommée, s'applique sur la surface intérieure de la partie fendue, sous forme de pâte.

Un brin de fil de laiton, tordu de manière à présenter une boucle à une de ses extrémités, passe au milieu de la composition fulminante, et les parties qui en sont garnies sont serrées contre ce fil à l'aide d'une ligature faite avec une ficelle fine et cirée à chaud; cette ligature retient le bout d'une ganse qui s'accroche à un bouton de fer vissé sur la culasse pour empêcher l'étoupille de sortir de la lumière, lorsque l'on met le feu. A cet effet, on tire sur le fil de laiton au moyen d'un cordon de menu cordage, fixé d'un côté à une poignée en bois et représentant, au bout opposé, un crochet en fil de fer qu'on engage dans la boucle de tirage.

Ce mode ingénieux n'a pu être adopté, parce que, dans les épreuves auxquelles il a été soumis, il a donné lieu a beaucoup de ratés.

L'étoupille *Burnier* a donné naissance au système *Dambry* qui a été adopté. L'étoupille se compose d'un grand tube en cuivre embouti, recouvert de vernis, dans lequel est contenue de la poudre ordinaire destinée à enflammer la charge. Au-dessus de cette poudre, dans le grand tube, s'en trouve un autre plus petit en laiton qui contient la composition ful-

[redacted]

s'enflamment par le frottement et on s'est occupé dans plusieurs artilleries de réaliser cette heureuse

minante, formée de chlorate de potasse et de sulfure d'antimoine. Cette poudre fulminante est traversée par un fil de laiton terminé à l'extrémité inférieure par une partie plate et dentelée appelée *rugueux*; ce fil de laiton, qui est recourbé à angle droit dans le haut, à sa sortie du tube, présente à son extrémité une boucle dans laquelle le servant passe un crochet fixé à l'extrémité d'une corde qu'il tire par un manche en bois.

En France, l'étoupille fulminante se compose de :

1° Un tube extérieur en cuivre rouge embouti, terminé à la partie supérieure par quatre oreilles rabattues et muni d'un tampon en bois, percé d'un petit trou suivant l'axe et assujetti près de la tête par un étranglement.

2° Un tube intérieur en cuivre rouge embouti qui contient, dans le tiers de sa longueur, la composition fulminante formée de 1/3 de chlorate de potasse et 2/3 de sulfure d'antimoine, humectée avec de l'alcool gommée, puis séchée avec soin.

3° Le frotteur ou *rugueux* en fil de laiton ou en cuivre rouge, taillé en forme de queue d'aronde dentelée et terminée par une partie de peu de largeur et recourbée en crochet.

Le fil de laiton est passé dans le trou de la composition du tube intérieur par le côté libre, et le crochet est assujetti sur l'extrémité de ce tube. Il est passé ensuite par le côté libre dans le tube extérieur et dans le trou du tampon.

Le fil de laiton est tordu sur lui-même, en réservant une boucle, et replié sur le grand tube. Le vide intérieur est rempli de poudre de chasse fine tassée. Le grand tube est bouché avec un mélange de cire et de poix blanche.

idée. En général, on dispose dans le haut d'un tube à frottement, un mélange de 2 parties de sulfure d'antimoine contre 1 de chlorate de potasse; la partie inférieure contient une mèche vive de communication. La poudre fulminante est traversée par un fil de laiton tordu ou par un fil de lin roulé dans de l'émeri fin pulvérisé. En tirant vivement de dedans en dehors ce fil terminé par une boucle, le frottement met le feu. Chaque État suit une méthode particulière pour confectionner ses étoupilles à friction, et il n'y a aucune uniformité dans cette fabrication. L'expérience a fait voir qu'elles donnent un feu tellement vif qu'il pénètre la cartouche. Les tubes doivent être faits de fil de cuivre ou de laiton, assez forts pour ne pas se plier lorsqu'on tire le rugueux et pour n'être pas crevés par l'action du gaz de la poudre, ce qui pourrait occasionner l'altération ou l'engorgement de la lumière. Enfin le rugueux doit être placé solidement dans la composition, être assez fort et ne pas être trop facilement attaqué par le chlorate de potasse. Le vernis préserve de l'humidité, mais dans le tir à faible charge il reste quelquefois dans la lumière d'où il ne peut être retiré sans peine. La fig. 146 présente le dessin de l'étoupille usitée en France,

et la fig. 147 celui de l'étoupille usitée en Bavière, construite par le major Grundher.

Transport des munitions.

302. On a dit ci-dessus qu'une partie des munitions était transportée soit dans le coffret de l'affût, soit dans ceux de l'avant-train. Il faut, en outre, un mode particulier de transport pour la plus grande partie de ces munitions. Dans les pays très-accidentés, on se sert, à cet effet, de chevaux ou mulets de bât. C'est le mode employé dans l'artillerie légère autrichienne. Plus généralement on fait usage de chariots à deux ou quatre roues. Un cheval de bât ne porte que 200 livres (112 k.), tandis qu'un cheval de trait en transporte de 5 à 600 (280 à 336 k.). Les chevaux de bât sont ruinés et hors de service bien avant les chevaux de trait. Il en résulte que ce premier mode de transport est très-dispendieux. Les chars à deux roues, avec un attelage approprié, donnent, dans les pays accidentés et dans les mauvais chemins, un très-bon mode de transport. Dans l'artillerie russe, par exemple, à chaque pièce, correspondent deux voi-

tures à deux roues, attelées chacune de trois chevaux. Cependant on a, dans la plus grande partie du reste de l'Europe, adopté les caissons à munitions à quatre roues, parce qu'ils sont en rapport avec les affûts des pièces, et parce qu'il importe que ces caissons aient la même mobilité que les affûts.

503. Les caissons se composent d'un châssis formé de brancards qui s'appuient sur l'essieu et réunis par des épars sur lesquels porte le corps du caisson, ayant un couvercle en toile peinte, comme dans l'artillerie autrichienne, ou en bois garni en tôle. En Prusse, ainsi que dans plusieurs autres États, on s'est attaché à préserver les munitions contre l'action des projectiles oblongs et incendiaires, au moins de ceux provenant des armes à feu portatives. On a employé à cet effet des armatures en tôle d'acier fondu épaisses de 2 pouces (1m,152). En avant du corps du caisson, on place d'ordinaire un coffre pour divers ustensiles, ou un avant-train ordinaire, en arrière un essieu porte-roue et une roue de rechange (fig. 117).

Le corps du caisson est, dans quelques systèmes d'artillerie, divisé en compartiments où les munitions sont emballées sans intermédiaire. Dans d'autres, elles sont d'abord mises dans des caisses

[redacted]

que l'on dispose ensuite dans le caisson. Ce mode facilite l'emballage et la livraison des munitions.

Le caisson à munitions (modèle de 1800) de réserve de 6 en Bavière, transporte de cette manière dans onze coffres, 80 cartouches à boulet, 20 boîtes à balles et 15 cartouches à shrapnel. Il contient en outre dans une caisse 150 étoupilles à friction, 70 à roseau, 10 lances à feu et 5 toises de mèche.

Le caisson à munitions de réserve de 12 contient dans neuf coffres 44 cartouches à boulet, 12 à balles, 12 à shrapnel avec les moyens d'inflammation nécessaires. Dans le coffre d'avant-train de 6 du système de 1836, il y a 30 cartouches à boulet, 10 à balles et 10 à shrapnel. Dans le coffre du calibre de 12, il y a jusqu'à 16 cartouches à boulet, 6 à balles et 8 pour shrapnel. Le caisson à munition de ce système contient 52 cartouches à boulet, 12 à balles, 16 à shrapnel, 110 étoupilles à friction, 50 à roseaux, 7 lances à feu et 7 toises de mèche.

504. On utilise, dans certains systèmes d'artillerie, par exemple, en Bavière, quelques-uns de ces caissons, pour le transport des hommes de service. A cet effet on établit une caisse plus basse, suspen-

due par des courroies, recouvertes par un siège ou par une selle, et, des deux côtés, on applique des planches qui servent aux artilleurs comme d'étrier, lorsqu'on se met à cheval sur la selle. On les nomme *wurst* (fig. 116). Dans ceux-ci comme dans les caissons à munitions du système 1836, on emploie les avant-train ordinaires du canon. On peut avec ces wursts pour le calibre de 6, transporter 80 cartouches à boulet, 10 à balles, 10 à shrapnel, 130 étoupilles à friction, 60 à roseaux, 9 lances à feu et 7 pieds de mèche. En même temps trois hommes sont portés par l'avant-train et 4 ou 5 sur les caisses de l'arrière-train. Les coffres des affûts de 6 de l'artillerie légère autrichienne (fig. 140) comprennent seulement 10 cartouches à balles et 4 à boulets, outre les armements, et permettent de transporter 5 canonniers.

Ces dispositions diffèrent beaucoup de celles du caisson à munitions des Anglais. Dans celui-ci, le train de devant consiste en un avant-train ordinaire avec deux caisses à munitions. Le train de derrière forme un char à deux roues sur lequel deux caisses à munitions sont attachées comme sur l'avant-train. Le train de derrière est lié, à la cheville ouvrière de l'avant-train, par un long brancard portant, à

[redacted]

l'extrémité, un anneau qui s'adapte au crochet cheville ouvrière de l'avant-train, et opère la réunion des deux trains. Dans ce système, on peut, pour le calibre de 6, placer cinquante cartouches dans l'avant-train et cent trente dans le caisson, et transformer à chaque instant les pièces en chariots de transport pour munitions. Toutes les caisses ont des sièges. Lorsque les munitions de l'avant-train de la pièce sont consommées, il peut être aussitôt remplacé par celui d'un caisson à munitions. Cette dernière voiture peut, par suite, être tenue plus loin du feu de l'ennemi, sans que l'on manque d'approvisionnements à la pièce.

La fig. 124 représente un caisson français formé d'après le modèle anglais (1).

(1) Le corps du caisson français est formé de trois brancards assemblés avec un corps d'essieu et réunis en avant par un épars. Une flèche, placée au-dessous du brancard du milieu, est terminée par un anneau-lunette, dans lequel entre le crochet cheville ouvrière d'un avant-train.

Deux coffres s'ouvrant à charnière, en sens inverses, sont placés sur les brancards, et sont maintenus par des bandes de fer. Ces coffres sont disposés de manière à recevoir des canonniers; ils sont surmontés de poignées, et des marchepieds sont placés sur les brancards.

Sur le derrière du caisson est un essieu porte-roues; au-dessous est un crochet de brancard du milieu, auquel on

MANOEUVRE ET USAGE.

Marche.

426. La pièce doit être servie par un nombre d'hommes suffisant pour exécuter les feux rapidement au besoin, et pour opérer de petits déplacements. S'il y a lieu de faire parcourir à la pièce une distance plus considérable, on la met sur un avant-train attelé d'un nombre de chevaux proportionné à son poids. Un conducteur dirige deux chevaux.

Lorsqu'on veut lui faire parcourir en arrière une

peut au besoin fixer l'anneau-lunette d'une voiture privée d'avant-train.

Le caisson de 12 contient par coffre 21 cartouches à boulets et 2 cartouches à balles.

Le caisson de 8 contient par coffre 28 cartouches à boulets et 4 cartouches à balles.

Le caisson pour canon-obusier de 12 contient par coffre 12 cartouches à boulets, 8 à obus ordinaire, 3 à obus à balles, 3 boîtes à balles.

Le caisson pour canon-obusier de 12 léger contient par coffre 6 cartouches à boulets, 14 à obus ordinaire, 3 à obus à balles, 3 boîtes à balles.

[redacted]

grande distance, en restant prêt à faire feu, on se sert de la prolonge simple ou double que l'on passe d'une part dans l'anneau de l'avant-train, de l'autre dans l'anneau d'embrelage de l'affût. Alors la queue de cet affût n'est plus maintenue dans les secousses provenant des inégalités du terrain. Aujourd'hui on s'est attaché à faciliter la manœuvre pour ôter et remettre l'avant-train ; on se sert plus rarement de la prolonge, parce que dans ce mode il y a beaucoup de force perdue et qu'il offre moins de régularité.

507. Le nombre de chevaux s'évalue d'après le poids de la pièce et l'allure qu'on veut lui donner. Les canons lourds de siége, qu'on transporte en général sur les routes battues par les armées, doivent être attelés comme toutes les voitures de roulage d'un nombre de chevaux suffisants pour traîner leur poids. Si les affûts n'ont pas été construits pour ce transport, on place la bouche à feu sur un *chariot à canon* ou *porte-corps*, forte voiture à quatre roues disposées pour recevoir un canon de 18 ou de 24. L'affût est transporté à part, et on replace dessus la bouche à feu, lorsqu'on est arrivé au point où on doit s'en servir. Quant aux pièces de campagne, qui doivent pouvoir parcourir souvent de très-

mauvais chemins, et suivre les mouvements des autres armes sur un champ de bataille, l'attelage doit être plus fort que ne l'exigerait le poids du canon pour une marche ordinaire. Les pièces destinées à manœuvrer avec la cavalerie ont besoin d'un attelage plus fort que celles qui suivent l'infanterie. Enfin dans l'appréciation de la force d'un attelage, il faut faire entrer en ligne de compte la mobilité de la voiture, la puissance de tirage des chevaux, le mode d'attelage. Il s'ensuit que l'évaluation du poids à faire traîner par un cheval ne peut être que très-générale et très-vague.

D'après Scharnhorst, pour les pièces qui doivent se mouvoir rapidement, la charge d'un cheval est 420 à 460 livres (235 k. 20 à 257 k. 60); pour celles qui doivent suivre l'infanterie, elle est de 550 à 590 liv. (308 k. à 329 k. 40); pour les voitures qui ne vont que sur les routes frayées, de 630 à 750 liv. (352 k. 80 à 420) et plus. Migout et Bergery ont, il est vrai, adopté 590 liv. (330 k. 40) comme la limite du poids que peut conduire un cheval de trait dans une batterie légère de campagne. Toutefois cette donnée (dans l'aperçu de la plupart des artilleries européennes), doit être re-

gardée comme trop élevée. Dans le matériel de campagne autrichien, la pièce d'artillerie légère, c'est-à-dire de 6, avec son affût à Wurst, l'avant-train et cinq canonniers, pesant 26 quintaux (14 36), est attelée de six chevaux. Pour les autres pièces de campagne on calcule à raison de environ 5 quintaux (280 k.) par cheval.

En Bavière, les pièces de campagne, aussi bien que les caissons qui les suivent immédiatement, sont attelées de six chevaux, les caissons de réserve seulement de quatre. Un cheval attelé à un canon de 6, tire 542 liv. (303 k. 52), à un caisson à wurst, 620 liv. (347 k. 20), si les servants y sont placés. Le tirage d'un cheval d'artillerie à cheval, pour calibre de 6 est de 470 livres (263 k.) Pour un canon de 12, le cheval tire 663 livres (375 k. 20); pour le caisson, 567 livres (317 k. 52), et pour le caisson de réserve, environ 800 liv. (448 k.).

Charge, pointage, feux.

508. La pièce étant dégagée de son avant-train, son service contre l'ennemi se compose du *charge-*

ment, du *pointage* et du *feu*, ce qui donne lieu à six opérations :

1° Le nettoyage du canon ;

2° L'introduction de la cartouche par la bouche ;

3° Le refoulement de la cartouche, et son placement au fond de l'âme ;

4° Le pointage ,

5° Le percement de la cartouche, et le placement de l'étoupille ;

5° Le feu, après lequel, si l'on doit continuer à tirer dans la même direction, il faut replacer dans la première position la pièce déplacée par le recul.

Un très-petit nombre d'hommes suffirait à ces opérations, mais la manœuvre aurait lieu lentement, ce qui n'a pas d'inconvénient dans les batteries retranchées ou de place. Mais il n'en est plus de même en rase campagne, et, dans ce dernier cas, le nombre des servants doit être réglé de telle manière, que le service soit assuré sans interruption, et qu'il soit possible de pourvoir au remplacement des hommes tués ou blessés.

509. On donne aux servants les numéros 1, 2, 3, 4, etc., ou comme cela a lieu dans l'artillerie bavaroise, les canonniers, qui sont des deux côtés de la bouche du canon, prennent le numéro 1, les

[redacted]

suivants, le numéro 2, etc., et on y ajoute la distinction de *droite* ou de *gauche*.

Le canonnier placé à droite, le plus près de la bouche de la pièce, a pour fonction de la nettoyer avec l'écouvillon, et d'enfoncer la charge avec le refouloir, dès qu'elle est présentée à la bouche. Dans cette opération, il importe que la lumière soit bien bouchée, que l'écouvillon soit propre, et que la cartouche soit mise à fond. Dès que le canon, après le recul, a été mis dans sa position, on écouvillonnne de suite de nouveau.

Le canonnier placé à gauche, vers la bouche, présente la cartouche à la bouche, et doit faire attention, dans les feux, de ne pas présenter les cartouches à boulets en sens inverse, c'est-à-dire le boulet en arrière. Les servants suivants bouchent la lumière, sont chargés du pointage. Un servant ou deux pour les pièces lourdes donnent la direction de côté. A cet effet, ils meuvent la pièce à droite ou à gauche, soit en se servant des leviers passés dans les anneaux de pointage, soit en appuyant des leviers contre les crosses. On perce la cartouche avec le dégorgeoir par le canal de lumière, on place l'étoupille, la mèche tournée en avant, et on la couvre jusqu'au moment du feu. Le boutefeu ne doit pas,

à cet effet, être dirigé verticalement au-dessus du canal de lumière, mais de côté, avec la main renversée, de manière qu'il ne puisse échapper de la main.

Les autres servants sont employés, partie au pointage, partie au port des munitions ; ceux qui sont chargés de les introduire ne doivent pas s'éloigner de leur position, ceux qui ont pour fonction d'aller les prendre dans les coffres de l'avant-train ou du caisson, ne doivent les ouvrir qu'au moment où les pièces ne font pas feu. Dans les feux rapides, ils ont l'œil les uns sur les autres pour ne pas faire prendre feu aux pièces voisines et ne pas occasionner d'erreurs ou d'accident.

Si l'on emploie des étoupilles à friction, elles doivent être placées dans le canal de lumière, et la ganse du fil de frottement tournée du côté droit. Pour mettre le feu, on accroche dans la ganse un crochet attaché à l'extrémité d'une ficelle et au commandement de feu, on tire sur le fil, ce qui détermine l'inflammation. Si le coup rate, il ne faut pas s'approcher trop vite de la pièce, mais il faut attendre pendant quelques instants ; ensuite un sous-officier retire avec son sabre l'étoupille qui a raté et enfin on recherche les causes de cet accid

[redacted]

Espèces de tir.

510. Le tir prend diverses dénominations, suivant qu'on fait varier la charge ou le projectile. On peut d'abord, comme dans les armes portatives, établir une première distinction entre le tir avec projectile et le tir à poudre ou en blanc. Le tir peut s'effectuer à *charge ordinaire*, à *grande* ou à *petite charge*. Enfin, le tir à projectile a lieu à *boulets, obus, boîtes à balles, obus à balles, boulets rouges.*

511. Eu égard à la direction et au mode d'emploi du tir, on peut faire encore les distinctions suivantes :

On nomme *kernschus* (*tir de noyau*) (1) celui dans lequel le but est atteint avant que la trajectoire se soit sensiblement éloignée de la direction de l'axe de l'âme. Le tir est *horizontal*, *élevé* ou *plongeant*, suivant que l'axe est dirigé soit hori-

(1) *Kernschuss* (*tir de noyau*). Ce mot n'a pas d'équivalent en français. C'est un genre de tir qui n'a lieu qu'à petite distance et qui doit comprendre implicitement le tir en brèche.

zontalement, soit vers le haut, soit vers le bas. (Fig. 40).

On nomme ***tir de but en blanc*** celui dans lequel le but se trouve au second point d'intersection de la ligne de mire avec la trajectoire. Ce tir est ***horizontal***, ***élevé*** ou ***plongeant***, suivant que la ligne de mire est horizontale ou inclinée soit en haut, soit en bas (fig. 39).

On appelle ***tir avec hausse*** celui dans lequel le but étant au-delà de l'intersection de la ligne de mire et de la trajectoire, on abaisse la culasse du canon de manière à augmenter l'angle de l'axe avec l'horizon. On dirige, à cet effet, la ligne de mire par un des points de division de la hausse. Le boulet alors s'élève davantage, et coupe, pour la deuxième fois, la ligne de mire artificielle à une plus grande distance. Ce tir peut être ***horizontal***, ***incliné de bas en haut***, ou ***plongeant***.

On évalue l'inclinaison d'après le nombre de divisions ou de pouces de la hausse (fig. 41).

312. Lorsque les projectiles ne s'enfoncent pas dans la terre ferme, mais font, en vertu de leur élasticité, plusieurs bonds, jusqu'à ce que, perdant toute leur force, ils roulent et finissent par s'arrê-

ter, ce genre de tir se nomme *schuss roller* ou *gell-schus,* (1) *tir roulant*, (fig. 42). Ce tir s'appelle en France *tir à ricochet*. Si on en fait particulièrement usage contre les fortifications et les objets qu'elles couvrent, on tire les pièces avec de faibles charges et sous d'assez fortes inclinaisons.

513. Eu égard à la nature de la courbe décrite par le projectile, on distingue le *tir direct* et le *tir courbe*. Dans le premier, la trajectoire atteint le but, en parcourant une ligne qui se rapproche de la droite. Dans le second, cette trajectoire s'élève en forme curviligne.

On appelle *tir rasant* celui donné par une trajec-jectoire qui ne s'élève pas à plus de 6 pieds (1^m,884) au-dessus du terrain; *tir fichant*, celui dans lequel le projectile frappe le but du premier choc. Le tir prend aussi sa dénomination, eu égard à sa direction par rapport aux objets qu'on vise. *Tir perpendiculaire*, *oblique*, *d'enfilade*, *de flanc* ou *d'écharpe*, *à revers*, *de bricole*. Dans ce dernier genre de tir, les coups sont dirigés indirectement contre les mu-

(1) *Roll-gell-schus*, tir roulant, tir à ricochet, sans hausse et à charge pleine, qui s'emploie en campagne.

railles, de telle manière que les projectiles les atteignent par leurs bonds.

Relativement à l'effet qu'on veut produire, il y a encore à mentionner le *tir de démontage* et le *tir en brèche*. Le premier a pour but de détruire les pièces et les embrasures de l'ennemi (1). Le dernier a pour objet de détruire les revêtements des fortifications, et doit être, la plupart du temps, un *kernschuss*, tir direct à forte charge et à petite distance.

L'effet du tir et du projectile ne peut être constaté que par des épreuves soit sous le point de vue de la portée, soit sous celui de leur action destructive (2).

(1) Le tir de démontage correspond au tir des premières batteries, et peut être soit un tir à ricochet, soit un tir d'embrasure.

(2) Classification des diverses espèces de tir du canon usitées en France :

1° Eu égard aux variations de la charge ou des projectiles :

Tir en blanc ou à poudre;
— *à grande et petite portée;*
— *à boulets;*
— *à balles;*
— *à boulets rouges;*
— *à obus;*
— *à obus à balles.*

[redacted]

TIR A BOULET.

Portées.

514. La portée du *kernschuss* (*tir à noyau*), des différents calibres varie de 150 à 200 pas (113 à 151 m.). Des essais ont constaté que, dans cette

2° Eu égard à l'inclinaison donnée :
Tir de but en blanc naturel;
— *de plein fouet.* — *Tir direct;*
— *avec hausse.* — *Tir parabolique;*
— *rasant;*
— *plongeant;*
— *à toute volée.*
3° Eu égard à sa direction par rapport au but :
Tir perpendiculaire;
— *d'écharpe:*
— *à revers;*
— *d'enfilade.*
4° Eu égard à l'effet à produire :
Tir de démontage ou *des premières batteries*, comprenant le *tir à ricochet* et le *tir à embrasure.*
— *en brèche*, pour ruiner les revêtements de l'ennemi.

Le *tir roulant* usité en Allemagne, mais qui n'est pas adopté en France, est un tir à ricochet sans hausse, à charge pleine, employé en rase campagne.

Il ne faut pas le confondre avec le tir à boulet *roulant* ou non *ensaboté*.

limite, les boulets dévient autant en haut qu'en bas. Il n'en est plus de même à une plus grande distance, et les déviations ne peuvent plus être évaluées d'une manière positive.

Si l'axe de l'âme est dirigé parallèlement au terrain, le boulet porte à une distance de 300 ou 400 pas (226 m. 50 à 302 m.). On doit ici, comme dans toute espèce de tir, distinguer la portée jusqu'au but de celle jusqu'au premier point de chute.

435. *Portées de but en blanc naturel.*

	6	8	12	24
Canons autrichiens	500 pas.	»	600 pas.	»»
—	(377m)		(455m)	
Canons français	»	670 pas.	725 pas.	900 pas.
—		(506m)	(547m)	(680m)
Canons bavarois (avec emploi de la masse de mire) 18 calibres de longueur.	300 pas.	»	400 pas.	»
	(226m50)		(302m)	

Les portées de but en blanc sont, toutes choses égales d'ailleurs, d'autant plus considérables que l'angle de mire est plus grand et la charge de

[redacted]

poudre plus forte (331). Les canons dans lesquels la ligne de mire est parallèle à l'axe n'ont pas de but en blanc naturel (1).

(1) ANGLES DE MIRE NATURELS ET PORTÉES DE BUT EN BLANC DES BOUCHES A FEU.

DÉSIGNATION DES CANONS.	ANGLES DE MIRE naturels.	CHARGES.	PORTÉES.
EN BRONZE :		kilogr.	mètres.
Canons de 24	1° 15′ 48″	4	720
		3	680
Canons de 16	1° 9′ 3″	2,667	690
		2	620
Canons de 12 de place	1° 6′ 31″	2	650
		1,500	585
Canons de 12 de campagne	59′ 21″	2	545
Canon obusier de 12	56′ 37″	1,400	495
Canon obusier de 12 léger	59′ 46″	1	495
Canon de 8	59′ 46″	1,333	505
EN FONTE :			
Canons de 24 de place	1° 15′ 48″	»	»
Canons de 16 de place	1° 9′ 15″	»	»
Canons de 30	1° 34′	»	»

516. Pour tirer de plein fouet au-delà du but en blanc naturel, on emploie le tir avec une hausse (511), sur laquelle sont indiqués des divisions correspondantes à chaque distance et déterminés par l'expérience.

Règles pratiques suivies en Bavière.

CANONS DE 6			CANONS DE 12.
Distances.		Hausses. po.	Hausses. po.
400 pas	(302m)	0,15	» »
500	(377m)	0, 3	0,25
600	(453m)	0, 5	0, 5
700	(529m)	0, 7	0,75
800	(604m)	0, 9	1
900	(680m)	1,15	1, 3
1000	(755m)	1, 4	1, 6
1100	(831m)	1,65	1, 9
1200	(906m)	1, 9	2, 2
1300	(982m)	2, 3	2, 5
1400	(1058m)	2, 7	2, 8
1500	(1132m)	3, 1	3, 2
1600	(1208m)	3, 5	3, 6
1700	(1284m)	4,	4
1800	(1356m)	4, 5	4, 5

Lorsque la hausse est déjà de 2,3 p. pour le calibre de 6 et de 3,2 pour le calibre de 12, on suit une règle pratique qui consiste à élever la vis de pointage de 1/4 de tour pour obtenir une augmentation de hausse de 0,25 pouces (0m,006), ou si l'on se sert

de la hausse, on l'emploie comme celle des obusiers.

Au-delà d'une distance de 1600 pas (1,208 m.), on ne cherche plus en général à toucher de plein fouet. L'inclinaison est alors telle, qu'elle ne peut être augmentée qu'aux dépens des affûts. Leur construction d'ailleurs ne permet pas d'obtenir un angle de plus de 15°.

517. Pour les distances moindres que celle du but en blanc naturel, on donne souvent la règle pratique de viser plus bas que l'objet à battre, ou à terre, en avant de cet objet.

En Bavière, on vise d'abord de but en blanc, ensuite on élève la vis de pointage par la révolution d'un certain nombre de branches de la manivelle.

Pour le calibre de 6, à la distance de 200 pas (151 m.,) on donne seulement un tour de branches de bas en haut. Pour un tour 1/2, la bouche à feu a son axe parallèle au terrain.

Pour le calibre de 12, à la distance de 300 pas (226^{m},5), on élève de 1/2 branche, et à celle de 200 pas (151^{m}), de 1 branche entière. Alors l'axe de l'âme devient horizontal.

518. Dans le tir roulant (*rollschuss*), la portée jusqu'au premier point de chute est celle de but en blanc correspondante à la charge et à l'inclinaison.

Lorsque la bouche à feu a son axe horizontal, le premier jet, avec le canon de 6, porte à 300 pas (226^{m},50), et, avec le canon de 12, à 400 pas (302 m.). En visant par la plate-bande de culasse et la masse de mire, le premier point de chute est à 450 pas (340 m.) pour le 6, et à 510 pas (385 m.) pour le 12.

Pour ce qui concerne l'amplitude et la hauteur des bonds, on peut admettre les données suivantes, en faisant toutefois abstraction de l'influence décisive exercée par la nature du terrain.

L'amplitude des bonds diminue en général sans suivre une progression régulière, et autant qu'on peut établir une règle générale, on admet que la grandeur du premier ricochet est un peu supérieure à la moitié de la distance du premier point de chute, et que chacun des ricochets suivants est environ la moitié du précédent.

La plus grande portée à boulets roulants qu'on puisse obtenir avec le 6 et le 12, en 5 ou 7 bonds, s'élève de 1,800 à 2,000 pas (1,359 à 1,510 m.). Cette espèce de tir ne doit pas être employée à une distance moindre que 1,200 pas (906 m.).

(La suite au prochain numéro.)

S·eaux, imprimerie de E Dépée.

[redacted]

JOURNAL DES ARMES SPECIALES.

TRAITÉ DES ARMES

Par le Chevalier J. XYLANDER. — Traduit par
le Colonel P. D'HERBELOT.

SUITE

(Voir les numéros de mars et avril 1860, page 308).

Les hauteurs des bonds dépendent principalement de l'angle sous lequel le choc a lieu, et de la nature et des accidents du terrain. Elles peuvent donc encore moins être en général appréciées exactement.

L'observation montre que la réflexion du boulet a lieu sous un angle supérieur à l'angle de chute, et que l'angle du ricochet est en général à peu près le double de l'angle d'incidence. La hauteur du premier jet est considérable; celle des jets suivants diminue avec la vitesse du boulet.

519. Dans le tir à ricochet, on se propose d'atteindre successivement plusieurs objets couverts et placés dans la même direction. Il importe donc, avant tout, d'étudier avec soin la position et la nature des objets à battre.

Ce tir ne doit pas en général être employé en dehors des limites de 400 à 1,000 pas (302 à 755 m.). Pour éviter que le boulet ne pénètre dans les milieux qu'il frappe, on tire à faible charge, et on

l'affaiblit d'autant plus que l'angle de tir est plus grand (1).

Lorsque l'inclinaison est trop forte pour que la

(1) Le tir à ricochet fut essayé d'abord par Vauban, en 1638, aux siéges de Philisbourg et Manheim; il fut ensuite régularisé au siége d'Ath en 1697.

Ce tir a pour objet de tirer de la campagne par-dessus le parapet d'un ouvrage, de telle manière que le boulet animé d'une faible vitesse frappe sur le terre-plein et se prolonge dans la direction d'une des faces de cet ouvrage, en formant une suite de bonds, et détruisant toutes les défenses de l'ennemi.

Le tir à ricochet s'exécute ordinairement dans les limites de 600 à 200 mètres. Dans ce tir on fait varier à la fois l'angle et la charge. Celle-ci doit en général être faible; car avec de faibles vitesses le projectile, porté à peu de distance de la masse couvrante, vient chercher les défenseurs jusque derrière les traverses qui les cachent.

On distingue le *ricochet mou*, tiré sous des angles plus forts, et qui s'emploie principalement pour tirer sur un objet beaucoup plus élevé que la bouche à feu, ou lorsque la distance du but est peu considérable, et le *ricochet tendu* qui a lieu lorsque la distance est très-grande par rapport à la hauteur, et dans lequel les angles sont moins forts. La distance du point de la crête intérieure, par lequel passe la trajectoire au point de chute, varie de 13 m. (correspondant au ricochet le plus mou) à 100 m., (qui correspond au ricochet le plus tendu).

Dans le premier cas, le projectile ricoche en faisant avec le terre-plein un angle de 10°, limite des angles de chute sous laquelle se produit le ricochet le plus efficace. Dans le deuxième cas, le boulet parcourt en la rasant toute la face d'un ouvrage non traversé. L'angle de tir, dans le ricochet, est au plus de 15° au-dessus de l'horizon, et de 8 ou 9° au-dessous.

hausse puisse suffire, on emploie le quart de cercle (*fig.* 14).

On a établi, d'après des épreuves, dans chaque système d'artillerie des tables de tir destinées à indiquer les charges et les hausses à employer dans le tir des différentes pièces, en tenant compte de la longueur et de la hauteur des ouvrages ennemis à battre.

520. Le tir pour démontage ne doit pas avoir lieu à plus de 600 pas (453 m.) des ouvrages ennemis. On y emploie les plus forts calibres de siége, et l'on tire non-seulement à projectiles pleins, mais aussi à projectiles creux, lesquels détruisent promptement les ouvrages en terre. Le 24 court convient beaucoup au tir des obus.

521. Le *tir en brèche* a lieu d'ordinaire à la distance de 50 à 100 pas (37^{m},7 à 75^{m},5). On y emploie les plus forts calibres et de fortes charges des 5/8 à 1/2 du poids du boulet. On cherche à atteindre les murs autant que possible près de leur pied. La plupart des coups de cette espèce doivent être des coups plongeants (1).

(1) D'après des expériences faites à Metz en 1834, deux brèches de 21 à 22 m. ont été rendues praticables en moins de

522. Pour enflammer les objets combustibles, on se sert souvent, dans les siéges et pour la défense des côtes, de *boulets rouges*. Les boulets se dilatent par la chaleur de 0,03 à 0,05 pouces. On choisit les plus petits du calibre, on les met sur un gril, ou plus ordinairement dans un four destiné à cet usage. Pour les petits calibres et les boulets creux, on peut utiliser l'âtre d'une forge de campagne. On chauffe les projectiles au rouge cerise, on les retire avec des tenailles et on les introduit dans la bouche-à-feu avec une cuiller de fer. Le tir doit avoir lieu presque aussitôt, sans quoi la chaleur du projectile détériorerait le métal du canon. Suivant la position et le degré d'éloignement de l'objet

10 h^{res} avec environ 230 boulets de 24 et 40 obus pour l'une;
300 — de 16 et 40 obus pour l'autre.

La marche à suivre dans le tir en brèche, d'après ces expériences, consiste :

A former dans l'escarpe, sur toute la largeur de la brèche à ouvrir, une section horizontale qui ne doit jamais être au-dessous du tiers de l'escarpe, et, à partir de cette section, plusieurs sections verticales jusqu'au sommet de l'escarpe.

A tirer, autant que possible, perpendiculairement à la face de l'ouvrage à battre, employant la charge moitié du poids du boulet.

Après la chute de la maçonnerie, à tirer sur les terres avec des obusiers de 22 centimètres à la charge de 1 k 50 à 2 k ; les obus contenant 2 k. de poudre.

à incendier, on emploie la charge ordinaire ou on la réduit jusqu'à 1/6. Le boulet doit s'enfoncer et rester dans l'objet à incendier. Dans le dernier cas on emploie une hausse convenable; car dans le tir roulant, le projectile refroidit promptement. La charge est séparée du boulet rouge par deux bouchons, l'un sec, l'autre humide, d'étoupe, de terre glaise ou de foin. Si le coup doit être plongeant, il faut encore mettre un bouchon en avant du projectile. Avant d'introduire le projectile, on dégorge la cartouche. Si l'on tire à embrâsure ou à barbette, le canon doit être retiré, pointé et tiré le plus vivement possible.

(1) Le tir à boulet rouge, qui est exécuté plutôt par les pièces de côte que par toute autre, a pour objet de lancer sur un but susceptible de s'enflammer des boulets chauffés jusqu'au rouge cerise.

On dispose la pièce de telle sorte que la bouche soit un peu plus élevée que la culasse. Après avoir écouvillonné avec l'écouvillon humecté, on enfonce la gargousse, on place au-dessus un bouchon de foin, et on refoule un coup; on introduit ensuite un bouchon de terre glaise, et on refoule deux coups. On dégorge et on place l'étoupille.

Deux hommes retirent le boulet rouge du four avec des tenailles et le placent dans une cuiller à deux manches; on l'introduit dans l'âme; on place au-dessus un bouchon de terre grasse.

On refoule, on met en batterie, on pointe, et on met le feu.

Tir à balles.

523. On se sert des balles à mitraille lorsqu'on n'attend pas assez d'effet du tir du boulet; par exemple, quand il y a lieu d'agir, à petite distance, sur des surfaces considérables ou sur des lignes de troupes qui s'avancent rapidement. La boîte de fer-blanc qui contient les balles, se brise dans la bouche à feu, et les projectiles, en la quittant, se répandent dans toutes les directions, sous la forme d'un cône ayant son sommet à la bouche et qu'on appelle *strenungs kegel* (*gerbe d'écartement*). L'objet qu'on se propose est de produire un effet considérable en faisant porter un grand nombre de balles, ce qui ne peut avoir lieu ni trop près ni trop loin. Dans le premier cas, un grand nombre de balles passent au dessus du but; dans le deuxième, beaucoup ont déjà touché la terre, ou ont perdu de leur rapidité et se sont dispersées.

En général, pour chaque 100 pas (75 m. 50) de distance, on peut admettre une dispersion de 10 à 12 pas (7 m, 50 à 9 m. 05). Par exemple, sur une portée de 600 pas (453 m.), les balles se dispersent

dans une étendue de 60 pas (45 m. 30) de diamètre. La dispersion est plus grande pour les petites balles que pour les grosses; mais elles ne sont pas réparties uniformément. Un tiers des balles peut s'éparpiller, le reste se trouve réuni dans un petit espace (*fig.* 144.)

524. La portée des balles à mitraille devait être en principe plus grande que celle du fusil d'infanterie, mais la nature du terrain influe beaucoup et favorise ou entrave le ricochet des balles : le pointage du canon doit être réglé en conséquence. Dans le premier cas, on pointe de but en blanc en Bavière, avec le calibre de 6, pour les distances de 200 à 400 pas (151 à 302 m). Pour tirer à 500 pas (377 m.) on donne 0,2 pouces de hausse et à 600 pas (453 m.) 0,7 pouces. Si l'on ne peut compter sur l'effet des ricochets des balles, vu la mollesse ou l'inégalité du terrain, on donne à 200 pas (151 m.) 0,10 pouces de hausse, à 300 pas (226m,50) 0,5 pouces; à 400 pas (302 m.) 1 pouce, et à 500 pas 1,90 pouces. La distance de 600 pas (453 m.) peut être considérée, dans le cas le plus favorable, comme la limite du tir à mitraille pour la pièce de 6. Avec le calibre de 12, on tire jusqu'à 900 pas (679m,5), en donnant 2 pouces de hausse, quand le

terrain est favorable au ricochet et en employant des balles de 12 loths. Dans le cas contraire, la limite de l'effet du tir est à 600 pas (453 m.) avec 2,8 pouces de hausse.

Le pointage est plus facile qu'avec toute autre espèce de tir, et on peut tirer très-rapidement à mitraille.

Tir des obus à balles.

525. Déjà au milieu du seizième siècle, on a eu connaissance en Allemagne de projectiles creux de fer que l'on chargeait de poudre et de balles de fer, et au commencement du dix-septième siècle, en Allemagne et en France, d'obus en fer que l'on chargeait avec de la poudre et des balles de plomb; mais ce n'est qu'à partir de 1808 qu'on a employé, sur les champs de bataille et dans les siéges en Espagne, les obus à balles appelés en Angleterre *Shrapnels*, du nom de l'inventeur. Depuis cette époque, ce genre de projectile a été très-perfectionné, et il est maintenant adopté par toutes les artilleries européennes (489 et 493).

Le tir à mitraille ne portant pas au delà de 600

à 900 pas (453 à 680 m.) dans les circonstances les plus favorables, l'ennemi peut facilement se mettre à couvert derrière un pli de terrain, et se garantir ainsi des coups directs. Pour augmenter la puissance d'action des balles derrière cet abri, on se sert des obus à balles. Ce genre de projectile est devenu d'autant plus nécessaire, que les portées des balles à mitraille aujourd'hui ne surpassent plus celles des fusils et des carabines comme cela avait lieu autrefois.

L'emploi des obus à balles n'est pas sans difficulté. Ils ne doivent pas crever dans la pièce comme les boîtes à balles. Leur trajectoire doit être autant que possible rasante jusqu'à une distance de 50 à 100 pas (37,5 à 75 m.) en avant de l'ennemi, puis ils doivent éclater à une hauteur de 6 à 18 pieds (1^m,884 à 5^m,652). Il importe de connaître exactement la distance de l'ennemi pour apprécier la hausse à donner au canon, et la durée de combustion de la fusée. On doit observer avec soin les premiers coups pour corriger les erreurs, et pour rendre ces observations plus faciles, il vaut mieux avoir d'abord des coups trop courts que trop longs. Les balles de plomb et les éclats d'obus se répandent à une distance égale au sixième de la portée

environ. L'obus à balles doit éclater avant de toucher le sol.

En Bavière, on a fait sur les obus à balles de nombreux essais avec la même charge que pour les boulets pleins. La hausse doit être la même jusqu'à la distance de 700 pas (528,5 m.).

Pour des distances plus grandes, elle doit être plus considérable avec les obus à balles (516).

Tableau des hausses à donner pour des distances plus grandes que 700 pas.

		CALIBRE DE 6.		CALIBRE DE 12.	
Distances.		Hausses.		Hausses.	
		po.		po.	
800 pas	604^m	0,9	24^{mm}	1,1	29^{mm}
900	680^m	1,2	31^{mm}	1,4	37^{mm}
1000	755^m	1,6	42^{mm}	1,7	44^{mm}
1100	831^m	1,9	50^{mm}	2	52^{mm}
1200	906^m	2,2	58^{mm}	2,4	63^{mm}
1300	982^m	2,7	67^{mm}	2,7	67^{mm}
1400	1057^m			3,1	81^{mm}

Tir de nuit.

526. Dans la guerre de siége, il y a lieu souvent pour entraver l'ennemi dans l'établissement d'un

[redacted]

nouvel ouvrage, ou pour ne lui donner aucune relâche, de continuer le feu pendant la nuit. A cet effet, on détermine au jour la direction et la hausse à donner. Lorsque la pièce n'est pas sur un châssis, qui assure suffisamment la direction donnée, on cloue sur la plate-forme des lattes qui comprennent les roues et la queue d'affût, et entre lesquelles après le recul, la pièce peut-être ramenée en avant. Si l'appareil de pointage est un coin à vis, on le fixe par un arrêtoir; si c'est une vis de pointage, on note le nombre de tours à faire faire à la vis. On doit avoir à sa disposition une lanterne, mais il faut faire en sorte qu'elle n'offre pas un point de mire à l'ennemi, et qu'elle ne soit pas éteinte par le courant d'air développé par le feu des pièces.

Probabilité du tir.

527. Les principes généraux présentés au n° 332 sur la probabilité du tir, s'appliquent plus ou moins aux bouches à feu.

Des épreuves démontrent que les boulets, à la

distance de 1,000 à 1,500 pas (755 m. à 1,130), peuvent s'éloigner du but, en-deçà ou au-delà, de 200 à 250 pas (151 m. à 178, 75), et dévier, à droite ou à gauche, de 20 à 50 pas (16 m. 10 à 37 m. 75).

D'après des résultats d'expérience, on peut admettre, en général, qu'avec le calibre de 6 et à la distance de 800 à 1,000 pas (604 à 755 m.) environ, le tiers et même la moitié du nombre des boulets portent, et qu'il en est de même avec le calibre de 12, de 1,200 à 1,400 pas (906 m. à 1,057). Si la distance est moindre, le nombre des coups portant devient plus considérable ; mais il diminue beaucoup à une plus grande distance, et celles de 1,600 pas (1,208 m.) avec le calibre de 6, ou 1,800 pas (1,359 m.) avec le 12, peuvent être considérées comme les limites de l'exactitude du tir de plein fouet.

Dans les essais, la cible avait 50 pieds (15 m. 70) de longueur et 6 pieds (1 m. 89) de hauteur ; en prenant un but plus élevé, de 9 pieds environ (2 m. 82) de hauteur, c'est-à-dire celle du cavalier monté, le nombre des coups atteignant le but s'accrut d'environ 1/3. Il est encore augmenté, si le but a une profondeur considérable, parce que dans ce

[redacted]

cas les boulets longs et les boulets courts peuvent atteindre, de plein fouet ou à ricochet.

En tirant de haut en bas à des différences de niveau considérables, et surtout de bas en haut, le nombre des coups qui portent diminue.

La probabilité du tir à coups roulants ou à ricochet est encore moindre, ce qui s'explique en tenant compte de l'influence qu'exercent, d'une part, la nature du terrain, de l'autre l'angle sous lequel a lieu le choc du projectile.

Dans le tir à mitraille, le terrain influe aussi essentiellement sur la justesse du tir, et on peut admettre que, dans les circonstances les plus favorables, un quart à un tiers des balles portent (1).

Dans le tir des obus à balle, la probabilité du tir dépend, comme on l'a dit, principalement de la connaissance exacte de la distance du but. La pro-

(1) Avec un canon de 12, et à la distance de 300 mètres, on met douze balles environ (sur 41) dans un but de 1 m. 90 de hauteur sur 16 de longueur.

A cette distance, le tir à balles paraît deux fois plus efficace que le tir à boulet.

A 450 mètres, il semble produire le même effet.

A des distances plus grandes, le tir à boulet est supérieur.

Toutefois on peut employer le tir à balles jusqu'à 800 mètres pour le canon de 12, el 700 pour celui de 8.

babilité du tir est constatée par des épreuves à l'intérieur. Devant l'ennemi, elle n'est pas exactement connue. Il résulte d'épreuves faites en Bavière en 1852, avec des obus à balles, chargées et remplies comme d'ordinaire sur 4 panneaux de 90 pieds de longueur, 9 de hauteur et 1 pouce d'épaisseur, espacés l'un derrière l'autre de 50 pieds, qu'à 800 pas (604 m.) de distance, il y a eu avec le calibre de 6, 30 coups qui ont porté dans les panneaux ; avec le calibre de 12-22 ; à 1,200 pas (906 m.) avec le calibre de 6-25 et avec celui de 12-53. Chacun de ces coups était en état de mettre un homme momentanément hors de combat.

Résultats du tir des canons. Puissance d'action.

528. La force du recul se manifeste dans les canons par son étendue. Il augmente d'autant plus que le canon est plus léger et l'affût plus mobile ; que le projectile est plus lourd et la charge plus forte, et enfin que l'inclinaison est plus approchée de l'horizontale. L'expérience a fait voir que le recul ne nuit pas à la régularité de la trajectoire du projectile ; et en effet le projectile est déjà hors de

la bouche à feu, avant que l'affût ne commence son mouvement de recul. Ce mouvement fait que principalement dans les pièces de campagne, après chaque coup, il faut pointer de nouveau. Dans les pièces de batterie disposées sur des plates-formes inclinées de l'arrière à l'avant, le recul est diminué par suite de cette inclinaison qui a l'avantage non-seulement de permettre l'emploi des plates-formes moins longues, mais qui en outre facilite la mise en batterie des pièces. Leur recul doit être assez fort pour que la bouche du canon sorte de l'embrasure, et que par suite on puisse charger facilement.

Le recul des pièces de campagne et de montagne françaises varie de 2 à 12 pas (1 m. 51 à 9 m. 06). Le recul des pièces sur plates-formes s'élève à plus de 5 pas (3 m. 80). Si le châssis ou la plate-forme sont humides, le frottement diminue et le recul augmente.

Une partie de l'effort du recul s'exerce par la culasse sur la semelle de l'appareil de pointage dont l'élasticité occasionne souvent une réaction du premier renfort et l'inflexion de la pièce à la volée. Ce mouvement augmente encore si la prépondérance en arrière est faible, et si la lumière a un

trop grand diamètre, ce qui occasionne un écoulement considérable de gaz de la poudre. L'inflexion de la volée n'influe pas sur la trajectoire, parce qu'elle ne se manifeste qu'après que le projectile a quitté la pièce.

529. On a déjà exposé, § 335, les causes générales qui influent sur la durée des canons. Il y a lieu maintenant de faire connaître le résultat des expériences qui ont été faites sur cet objet. En Autriche, le 6 léger a résisté à un tir de 4 à 6,000 coups, avant d'être mis hors de service. Le 24, avec une charge de 7 liv. (3 k. 92), s'est trouvé déjà hors de service après 2,425 coups. En France, ce calibre supporte rarement 600 coups, quoique l'on se serve pour les charges du sabot en bois (1).

(1) C'est par erreur que l'auteur allemand dit que les pièces de 24 en France sont tirées avec des sabots en bois.

Il est rare qu'elles atteignent le terme de 600 coups sans altérations graves; cependant avec des gargousses allongées on parvient à en obtenir une durée convenable.

Différents moyens ont été mis en essai pour prolonger la durée des bouches à feu de gros calibre, ce sont :

1° L'emploi d'un bouchon qui, par des allongements successifs, déplace le boulet, lorsque la profondeur de son logement atteint une limite nuisible;

2° Celui du sabot-éclisse en carton, proposé par M. le colonel Aubertin;

530. Pour pouvoir apprécier exactement la rapidité du feu du canon, on a observé que, les ser-

3° Celui des gargousses allongées, proposées par M. le général Piobert.

Il résulte d'épreuves qui ont eu lieu à Douai, sur quatre canons neufs de 24 tirés comparativement, les deux premiers avec des sabots-éclisses, les deux derniers avec des gargousses allongées, que :

L'une des deux pièces du premier système a tiré 1186 coups avant d'être mise hors de service.

La deuxième pièce du même système a fourni un tir de 3161 coups, mais dans les 1225 derniers coups, le tir de cette pièce est devenu de plus en plus irrégulier.

Enfin, les deux pièces du deuxième système ont fourni un tir de 3761 coups et ont paru susceptibles de parcourir encore une assez longue carrière de tir.

Le procédé du sabot-éclisse donne donc une véritable amélioration, sous le double rapport de la justesse du tir et de la conservation des bouches à feu.

Le mode de chargement avec gargousse allongée, ayant 131 au lieu de 140 millimètres de diamètre, donne des résultats bien plus avantageux encore, prolonge bien au-delà de la limite actuelle la durée des bouches à feu de gros calibre et a été adopté pour les canons de siége de 24 et de 16.

La durée des pièces de campagne qu'on tire avec des boulets munis de sabots en bois satisfait en général aux conditions du service.

L'adoption des bouches à feu rayées changera complètement cet état de choses.

vants étant au complet et bien exercés, on emploie 34 secondes avec une pièce de 6, depuis le commencement de la manœuvre jusqu'au premier coup et 42 secondes avec le 12. Dans cet espace de temps, on ôte l'affût de dessus son avant-train, on charge, on pointe et on fait feu.

On peut, avec le calibre de 6, en une minute effectuer un tir de 4 coups à balles, de 3 coups roulants ou de deux avec hausse. Le 12 léger exige un peu plus de temps, à moins qu'il ne soit dirigé contre un but d'une certaine étendue. En principe, la vitesse moyenne de tir de campagne est de un coup par minute. Le tir des obus à balles exige un peu plus de temps que le tir du canon avec hausse.

Dans l'emploi des canons de siége, place et côte on peut, en 24 heures, tirer de 100 à 120 coups, si la pièce n'est pas trop échauffée. Autrement on peut effectuer un coup de plein fouet avec le 12 en 3 minutes, avec le 24 en 4 minutes. Au siége de Tarragone, en 1810, les batteries de brèche tiraient 20 coups par heure.

531. La puissance des boulets de canon contre les hommes et les voitures dépend trop de la position des troupes et de l'angle sous lequel frapper

les boulets, pour qu'on puisse donner quelque résultat général sur cet objet. Cependant on sait par expérience qu'à 1,000 pas (735 m.) un boulet de 6 peut tuer 6 hommes l'un derrière l'autre.

L'enfoncement du boulet dans la terre varie, suivant qu'elle a été jetée récemment, ou qu'elle l'a été depuis longtemps et a pris de la consistance. Dans le premier cas, les enfoncements, d'après les épreuves de Scharnhost, sont les suivants :

Charge.	Charge.	Portée,		Enfoncement.
3 liv.	1 liv. 1/4 (0k,700)	400 à 800 pas	(302 à 604m)	2 pi 1/2 (0m,785)
6	2 1/4 (1k,260)	400 à 800 pas	(302 à 604m)	6 pi 1/2 (2m,041)
12	5 (2k,80)	400 pas	(302m)	7 — (2m,198)
12	5 (2k,80)	800	(604m)	5 pi 3/4 (1m,804)
24	9 (5k,04)	400	(302m)	7 pi 1/2 (2m,355)
24	9 (5k,04)	800	(604m)	7 (2m,193)

D'après d'autres essais, le boulet de 24 enfonce beaucoup plus profondément dans un terrain de cette nature, et l'enfoncement du boulet de 12, dans un sol de moyenne résistance, serait de 7 à 9 pieds (2m,198 à 2m,826).

Dans une paroi de bois de pin, formée de trois poutres ayant ensemble une épaisseur de 2 pieds 0 pouces (0m,890), des boulets de 6, à la distance e 425 pas (319m,88), et à la charge de 2 liv. 1/4 k.260), s'enfoncent de 1 pied 9 pouces (0 m. 550).

Tous ceux de 12, à la charge de 4 liv. (2 k.24), la traversent.

On a constaté qu'un boulet de 24, à la distance de 500 pas (377^m,50), s'enfonçait de 1 pied 1/2 dans une muraille, et, à la distance de 350 à 400 pas (264^m,2 à 302 m.), de 3 pieds (0^m,942). Cependant un bon mur de 3 pieds (0^m,942) d'épaisseur, peut-être même seulement de 2 pieds (0^m,628), couvre déjà contre l'action des pièces de campagne. Donc l'effet des pièces pris isolément n'est pas très-considérable, et ne le devient d'abord que par les ébranlements réitérés d'un feu prolongé. Les murs de briques sont, toutes choses égales d'ailleurs, plus difficiles à détruire que les murs de pierres naturelles.

Par des essais avec des boîtes à balles, on a constaté que des balles de 6 loths (0 k.105) tirées à 300 pas (226^m,50) traversent 3 planches de sapin de 1 pouce 1/4 d'épaisseur (0^m,033), et qu'à 600 pas (453 m.) la moitié seulement de ces mêmes balles traversent la deuxième planche, et la neuvième partie, la troisième. A 900 pas (679^m,5), il n'y a que le quart du nombre de balles tirées qui traversent la première planche.

A une faible distance elles peuvent donner la

[redacted]

mort. A une grande distance, la plupart des balles frappent souvent la terre, et perdent beaucoup de leur force.

Pour l'effet des obus à balles, on doit penser d'après des épreuves faites en différents lieux, que à courte distance, 5 à 600 pas (378 à 453 m.), ils ont trois ou quatre fois plus de puissance d'action que les boîtes à balles, et que le résultat est diminué de moitié aux distances de 1,000 à 1,200 pas (755 à 906 m.) en admettant qu'ils éclatent en temps utile en avant de l'ennemi.

Mortiers.

532. On appelle *mortiers* des bouches à feu courtes dont les projectiles s'élèvent en décrivant des courbes, et sont destinés à atteindre le but la plupart du temps de haut en bas.

On les désigne soit d'après le diamètre de l'âme, sous les noms de *mortiers de* 8, 10 *et* 12 *pouces*, soit d'après le poids du projectile plein ou creux qu'ils lancent, soit comme cela a lieu en Allemagne, d'après les poids des projectiles de pierres qu'ils projetaient primitivement.

On distingue, à l'extérieur du mortier, *le pour-*

tour de la chambre, *le renfort* et *la bouche*, et à l'intérieur, l'âme *a* (fig. 112 et 113) où le projectile est enfoncé au-dessus d'une chambre *b* destinée à recevoir la charge.

533. Si l'âme était partout cylindrique, la bouche à feu se tirant sous une plus grande inclinaison la charge de poudre serait pressée par le lourd projectile, ce qui tendrait à en ralentir l'inflammation, la combustion, et à en diminuer l'effet. C'est pourquoi on avait déjà, dès le quinzième siècle, été conduit à rétrécir l'espace dans lequel est placée la charge. On a inventé, à cet effet, diverses espèces de *chambres*.

Le plus ordinairement elles sont cylindriques (fig. 112) et la partie de l'âme où s'appuie le projectile (*lager* ou *kessel*) *logement*, se rattache à la chambre par un raccordement de forme hémisphérique; la chambre peut aussi être conique (fig. 113) et former un cône tronqué dont le diamètre supérieur est égal à celui de l'âme. Tel est le *mortier à la Gomer* dans lequel la jonction de la surface du cône avec celle de l'âme est arrondie. Enfin on a proposé des chambres ayant la forme de *sphère*, de *poire* ou de *paraboloïde*, mais elles n'ont pas été adoptées généralement, parce qu'elles n'augmen-

taient pas sensiblement la portée, se foraient, se chargeaient et se nettoyaient difficilement, exerçaient sur l'affût un choc très-violent et brisaient souvent les projectiles creux avant leur sortie de l'âme de la bouche à feu.

534. La chambre conique présente cet avantage, que le centre du projectile et son centre de gravité se trouvent sur l'axe de la chambre, parce que cette forme permet à la bombe d'enfoncer de telle manière quelle porte contre les parois latérales de cette chambre ; ce qui n'a pas lieu avec les chambres cylindriques. Celles-ci se chargent plus commodément que les coniques, mais elles lancent avec moins de justesse les bombes dont le diamètre est un peu moindre que celui des mortiers, parce que le centre de gravité des projectiles se trouve au-dessous de l'axe de l'âme, et l'impulsion donnée par la charge n'agit pas suivant l'axe. Le projectile produit par suite des battements dans l'âme ; ce qui, d'une part nuit à la justesse du tir, de l'autre, peut dégrader le mortier.

Pour la portée et la régularité du tir, des épreuves ont fait voir qu'à petite charge, les chambres cylindriques donnent une plus grande portée ; qu'à plus grande charge, les portées deviennent égales avec

les deux sortes de chambres, et que la chambre conique, particulièrement dans le tir à chambre pleine, porte plus loin, plus uniformément et aussi avec plus de justesse (1).

535. La chambre doit pouvoir recevoir la plus forte charge destinée au mortier, sur quoi sa profondeur et sa largeur sont calculées. On n'est nullement d'accord sur le rapport que doivent avoir entre elles ces deux dimensions. Dans les chambres cylindriques de petit calibre, la profondeur peut être en général à la largeur :: 2 : 1. Dans les calibres plus lourds :: 5 : 2; d'un autre côté la profondeur de la chambre doit avoir la plupart du temps un diamètre de bombes.

Si la charge ne remplit pas la chambre, il en ré-

(1) Dans les mortiers à chambre cylindrique, les gaz n'agissaient, au premier moment, que sur une faible partie de la surface du projectile, ce qui forçait à renforcer considérablement la bombe au culot, et par suite à éloigner le centre de gravité du centre de figure. Il fallait, pour placer la bombe dans l'axe du mortier, disposer autour des éclisses en bois, ce qui compliquait et allongeait le chargement. Enfin, l'action des gaz égrenait l'arête saillante de l'orifice de la chambre, ce qui occasionnait diminution dans les portées.

Aussi les mortiers à chambre cylindrique sont-ils abandonnés en France et remplacés par les mortiers à la Gomer.

sulte une diminution d'effet, et, en comblant l'espace vide (avec de l'argile sèche et de la sciure de bois etc.), on peut obtenir une plus grande portée. On n'a fait aucune observation sur les résultats comparatifs provenant d'une petite différence sur la charge.

536. La longueur de l'âme se détermine par cette considération, que l'on puisse charger le mortier sans peine, c'est-à-dire que l'on puisse placer la charge dans la chambre, et au-dessus un lourd projectile creux. Elle a en général de 1 1/4, à 2 calibres de bombes. La longueur de tout le mortier varie de 2 à 3 1/2 calibres.

La force du métal, dans le mortier, paraît dans un rapport moindre avec le calibre que dans le canon. Ce qui tient à ce qu'on tire d'ordinaire à plus faible charge. Elle s'élève en général au fond et autour de la chambre à 1/2 ou 5/8 de calibre, le long de l'âme à environ 1/4 de calibre.

Le poids du mortier est très-variable : on a peu de données générales sur cet objet. Pour une livre de bombe, on donne au mortier 14, 16, 24 livres de métal (pour 0 k. 560 de bombe ; 7 k. 84, 8 k. 96, 13 k. 44 de métal). Le poids se règle principalement d'après la charge, et celle-ci varie de 1/35 à 1/9, du

poids de la bouche suivant le calibre, le mode de construction, la matièreemployée, le vent, etc.

En Autriche, pour une charge de 1|20 du poids de la bombe, on a les relations suivantes :

Bombe de		Poids du mortier,	
60 livres.	17 quint.	55 livres	(982 k. 80)
30	9	24	(517 k. 44)
10	3	41	(190 k. 95)

Pour le mortier de 30 livres à longue portée, le poids est de 1048 livres (586 k. 88). Les nouveaux mortiers bavarois ont une chambre conique et à peu près les mêmes poids. Le mortier de 60 livres pèse 1740 livres (974 k. 40). Celui de 25 livres, 718 livres (402 k.). Celui de 10 livres, 296 livres (165 k. 76).

Le diamètre du mortier de 60 livres est de 11 pouces, 5 (0^m,301) ;

Celui du mortier de 25 livres est de 8 pouces, 63 (0^m,225) ;

Celui du mortier de 10 livres est de 6 pouces, 36 (0^m, 167).

Le vent pour le dernier calibre, égal à celui des pièces de campagne est de 0,12 pouces ; pour les deux premiers il est de 0, 17 pouces.

Les points d'appui des mortiers sur l'affût se nom-

ment comme dans le canon *tourillons* (*d*). Ils sont souvent consolidés par des embases et des renforts prismatiques (*e*) pour les empêcher de se fausser. L'axe des tourillons se trouve au-dessous du centre de gravité du mortier. Dans les *mortiers pendants*, cet axe correspond au milieu de la chambre. Dans les *mortiers debout*, il est vers la culasse. Aussi, dans les premiers, le poids en arrière est plus fort, et le poids en avant est moindre. Certains mortiers n'ont pas de tourillons, mais sont coulés à *semelle*, de telle sorte que la plaque de support forme avec l'axe de l'âme un angle invariable de 45°. On les appelle *mortiers à plaque* ou *à semelle* (fig. 26), En avant du centre de gravité, au milieu de la partie supérieure du mortier, se trouve une *anse* oblique (*f*), et au-dessous le *canal de lumière g*, muni souvent d'un bassinet pour verser la poudre (fig. 127) (1).

Affût de mortier.

537 Les mortiers ne peuvent être facilement employés au-dessous de l'inclinaison de 30°, et le recul est alors très-considérable. Ces bouches à feu

(1) Voir le tableau, page 336.

(1) DIMENSIONS PRINCIPALES, POIDS DES MORTIERS EN USAGE EN FRANCE.

	EN BRONZE								EN FONTE	
	A CHAMBRE TRONC CONIQUE				A CHAMBRE CYLINDRIQUE				MORTIER Eprouvette modèle 1839	MORTIER à plaques de la marine 32 c.
	32 c.	27 c.	22 c.	15 c.	32 c.	27 c. à grande portée.	27 c. à petite portée.	22 c.		
Diamètre de l'âme	mm. 325	mm. 274	mm. 223	mm. 151,3	mm. 325	mm. 274	mm. 273	mm. 151	mm. 191,2	mm. 324,8
Vent de la bombe	3,5	2	2	2	2	2	2	2	»	»
Diamètre de la chambre (au fond dans les mortiers tronc conique.	134	126	75	50	126	149	111	77	49,6	294
Longueur de l'âme jusques à l'orifice de la chambre	488	420	336	302	487	411	411	335	235,7	638
Profondeur de la chambre	210	160	108	56	149	223	183	149	68,7	326
Longueur totale du mortier	896	765	552	424	812	810	743	579	»	1244
Poids	k. 1,300	k. 930	k. 290	k. 70	k. 1,541	k. 982	k. 783	k. 269	k. 156	k. 4361

sont peu mobiles ; elles sont montées sur des affûts nommés *stuhle*, *blocke*, *schleifen*, *klosse*, qui n'ont pas de roues, confectionnés en bois, ou composés de *flasques* de fonte réunis avec des entretoises en bois ou en fer.

Les affûts (*schleifen*) consistent en deux ou quatre blocs de bois de chêne, réunis par 4 boulons de fer. Leur surface supérieure est disposée de manière à recevoir au milieu les encastrements des tourillons, et l'appareil de pointage.

538. La hauteur, la longueur et la largeur des flasques doivent être calculées d'après cette considération, qu'ils puissent supporter la force de recul du mortier qui s'exerce sur eux très-fortement, et croît avec la charge et l'augmentation d'inclinaison.

Plus l'affût est élevé pour une longueur et une largeur déterminées, plus il est fort ; mais la hauteur doit être limitée pour ne pas trop augmenter le poids. Plus il est long et large, plus il a de stabilité sur la plate-forme ou sur l'appui en bois sur lequel il est placé pour la manœuvre.

Pour celui de 60 liv., la longueur s'élève à 7 pieds 1/2 (2^{m},955); la largeur à 2 pieds 1/2 (0^{m},785 ; la hauteur à 1 1/3 0^{m},377), et la bouche du mortier

s'élève verticalement à 3 pieds 1/2 (1^m,099) au-dessus du plan inférieur du flaque.

539. Au lieu d'un affût en bois, on emploie dans quelques armées un *crapaud* en fonte ou en bronze (fig. 141 et 142) qui se compose de deux flasques parallèles réunis par 2 entretoises en bois de chêne (*p*–*q*) et 6 boulons (*h*). Ils ont en dehors 4 tenons (*k*) qui servent pour manœuvrer et donner la direction avec des leviers.

En Bavière on emploie des affûts de mortier en fonte de fer. Dans celui de 10 livres, les boulons de manœuvre sont construits de telle sorte qu'on peut y adapter 4 roues massives de chêne, pour transporter le mortier.

Les affûts de mortiers métalliques présentent l'inconvénient d'avoir un poids considérable double de celui des affûts en bois, (lesquels pèsent autant que les mortiers). Ils fatiguent d'ailleurs beaucoup plus les plates-formes ; mais ils sont beaucoup plus durables, et ont un faible recul.

540. Les appareils de pointage sont adaptés en avant, à cause de la prédominance du poids du mortier dans cette partie, et consistent ou en *coins* qu'on pousse sous le mortier et qui permettent, par suite, de l'élever sous l'angle de 30°, 45°, 75°, ou en *vis*



de pointage, ou en *coins* mus au moyen d'une vis horizontale.

En Bavière, les mortiers sont pointés à l'aide d'une vis de rappel. L'affût de 10 livres, avec quatre roues massives, pèse 551 livres (300 k.) ; celui de 25 livres, 877 (491 k.) et celui de 60, 2279 (1276 k.)

Autres espèces de mortiers.

541. Indépendamment des mortiers ordinaires, on distingue encore les *pierriers*, avec lesquels on lance, des remparts d'une place de guerre, sur les travailleurs ennemis, à peu de distance, une grande quantité de pierres ou des obus et des boîtes à balles. On ne les tire pas à une grande distance, parce que ces projectiles s'éparpillent trop au loin ; la charge n'est pas considérable ; la chambre contient seulement deux à trois livres (1 k. 12 à 1 k. 68) de poudre ; l'âme a un diamètre égal ou supérieur à celui de l'âme dans les mortiers de gros calibre, mais la force du métal en général est diminuée. Le pierrier autrichien en fer de 60 liv. pèse 17 quintaux 1/2 (980 k.) Son affût environ 13 quin-

taux 1/2 (756 k). Le pierrier bavarois de 60 liv. pèse seulement 12 quintaux 1/2 (700 k). Son affût en bois pèse 481 liv. (269 k.)

542. Les mortiers à main nommés aussi à la *Cohorn*, d'après le nom de leur inventeur, sont de petits mortiers à plaques en fer ou en bronze, qui peuvent être transportés par un ou deux hommes et qui lancent un boulet creux ou un obus de 6 liv. Ils pèsent, avec leur affût en bois, environ 100 liv. (56 k.) Le mortier à la *Cohorn* bavarois est en fonte de fer: son âme a le calibre du canon de 12 et le vent est le même. Il pèse 64 liv. (36 k.) et sa semelle en bois de chêne, longue de 2 pieds, pèse 44 liv. (25 k.)

Pour la guerre de montagne, on a employé pendant longtemps en Russie un mortier de 6 liv., qui récemment a été remplacé par un autre mortier disposé de telle sorte qu'on peut faire varier son inclinaison, suivant la position de l'objet à battre. L'âme a 4,66 pouces de diamètre. Le mortier pèse 72 liv. 1/4 (40 k.) et l'affût, 120 liv. (67 k.)

Enfin, il y a lieu de mentionner le *mortier-monstre* employé d'abord à Anvers, et plus tard devant Sébastopol, sous des dimensions un peu plus faibles. Ce mortier a été adopté depuis peu pour dé-

truire des voûtes épaisses de trois pieds, qu'on regardait jusqu'à présent comme à l'épreuve de la bombe. Le *mortier-monstre*, mis en œuvre par les Français devant Anvers, avait un calibre de 23 pouces. La chambre contenait 30 liv. de poudre. La bombe vide pesait 800 liv. et pleine 893. Le mortier avait un poids supérieur à 125 quintaux. On y mettait le feu par un système percutant. Chaque coup coûtait 500 francs. La puissance d'action du mortier n'était pas en proportion avec la difficulté et la dépense que nécessitait la manœuvre de cette bouche à feu.

Chariots à mortiers.

543. Pour transporter les mortiers et leurs affûts à distance considérable, on se sert de *chariots à mortiers* dont les dispositions les plus essentielles sont celles des *porte-corps*, et qui consistent particulièrement en brancards et traverses formant un système propre à supporter le mortier et son affût placé en arrière ; ou bien, comme cela a lieu en France, la voiture est disposée de manière à transporter le mortier monté sur son affût. Pour une petite distance et dans l'étroite enceinte d'une forteresse, on peut placer les mortiers avec leurs affûts

sur des voitures basses portées par des roues pleines (massives) et qu'on appelle *camions*.

MUNITIONS.

Bombes.

544. Les projectiles employés dans les mortiers sont creux et désignés sous le nom de *bombes*. Si leur épaisseur (fig. 128 *a*) est uniforme, on les appelle *bombes concentriques* ; si elles n'ont pas partout la même épaisseur, on les appelle *excentriques* (*e*) ; enfin, elles peuvent être, à la partie inférieure, renforcées avec un segment (*b*) qu'on nomme *culot*. On les remplit avec de la poudre et des matières inflammables ; elles sont lancées en ligne courbe pour détruire, par leur fort poids, les murailles, ou pour répandre leurs éclats dans un grand espace qui ne pourrait pas être atteint par d'autres projectiles, ou pour mettre le feu en projetant des matières incendiaires.

La poudre et les substances inflammables qui se trouvent dans la bombe, et qui composent la charge destinée à la faire éclater, s'enflamment par l'intermédiaire d'une fusée (*f*) contenant une composition d'artifice. Lorsque la bombe est arrivée à l'en-

droit où elle doit éclater et produire son effet, il importe qu'elle ne tombe pas sur le côté où se trouve cette fusée, auquel cas l'inflammation pourrait ne pas se communiquer à la charge. Pour empêcher ce résultat, on a eu l'idée, soit de faire des bombes excentriques, soit de former du côté opposé à l'œil du projectile un *culot,* afin, d'abord, de le faire porter à terre de ce côté, par suite de l'augmentation du poids; ce culot ou ce surcroît d'épaisseur donne d'ailleurs plus de résistance à la bombe contre le choc de la charge et l'empêche de se briser, ce qui serait dangereux pour les servants (1).

Il y a peu de différence dans l'effet des bombes, concentriques ou excentriques. Celles avec *segments* ou *culots* ont l'avantage de se briser en plus de morceaux que les bombes excentriques ; cependant les bombes concentriques sont préférables aux deux autres et donnent un tir plus exact.

Le centre de gravité de ce projectile se confond plus rarement avec le centre de figure que dans les boulets pleins et cette divergence nuit à la régularité de la trajectoire. On a cherché, dans plusieurs systèmes d'artillerie et particulièrement en Bavière.

(1) Les culots ayant été supprimés pour les obus en France, on a cherché aussi à les supprimer pour les bombes.

à régulariser la position de ce centre de gravité. A cet effet, on place le projectile dans un bain de mercure, il prend un mouvement jusqu'à ce que le centre de gravité ait atteint la position d'équilibre. Alors le point le plus élevé du projectile est regardé comme le pôle le plus léger, et par ce point et le centre de l'œil, on trace un grand cercle. Cette ligne dans le chargement, doit être disposée dans le plan vertical de l'axe de l'âme de la pièce pour que le centre de figure et le centre de gravité soient dans le même plan, ce qui rend moindres les déviations latérales. Les bombes sur lesquelles ce tracé a lieu s'appellent *centrées*.

545. En ce qui concerne la dénomination des bombes, ainsi qu'on l'a déjà dit plus haut, on les désigne, soit comme on le fait en Allemagne, d'après le poids des boulets de grès d'égale grosseur, tels qu'on les employait autrefois, au lieu de bombes en fonte de fer, soit d'après leurs poids effectifs, soit d'après leurs calibres (bombes de 8, 10 et 12

Des épreuves faites à cet effet ont prouvé que le culot ne déterminait pas la chute du projectile, de manière à assurer la conservation de la fusée, mais qu'il n'augmentait pas sensiblement la déviation. On n'a donc pas vu d'avantage à faire aucun changement au modèle de bombes en usage.

pouces). Le diamètre de la bombe bavaroise de 10 liv. monte à 6, 24 pouces (0 m. 163); celui de la bombe de 25 liv. à 8, 46 (0 m. 22); celui de la bombe de 30 liv. à 8, 99 (0 m. 24); et celui de la bombe de 60 liv. à 11, 33 pouces (0 m. 30). Elles sont concentriques avec un culot; l'épaisseur des parois est comprise depuis 1/9 jusqu'à 5/16 de calibre de bombe. Cette épaisseur doit être réglée d'après la force de la charge susceptible de faire éclater le projectile.

Poids des bombes vides.

Calibre de	10 liv. . . .	18 liv. —	10 k.	08
Id.	25 liv. . . .	43 liv. —	24	08
Id.	30 liv. . . .	51 liv. —	28	56
Id.	60 liv. . . .	103 liv. —	57	68

(1) DIAMÈTRE (MOYENNE PRISE ENTRE LES DEUX LUNETTES) ET POIDS DES BOMBES EN FRANCE.

	32 de côte.	32	27	22	22 de côte.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Diamètre............	320,6	320,6	271,1	220,2	220,2
	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
Poids..............	90	72	49	22	25

546. La fonte des bombes (155) doit être un peu plus cassante que celle des projectiles pleins, afin qu'elle puisse donner plus d'éclats, mais elle doit être assez ferme et assez tenace pour supporter l'effort de la charge contenue dans la chambre et pour ne pas se briser en tombant sur une voûte de pierres. On éprouve la résistance du projectile en le frappant de forts coups de marteau, ou en le plaçant sur une enclume fixée en terre et faisant tomber sur lui un poids de 6 quintaux (336 k.), d'une hauteur proportionnée à son calibre.

On peut encore remplir la bombe d'eau et voir si elle n'a pas de fissures. Il faut de plus qu'elle soit aux dimensions, bien ronde, sans couture de fonte, parce que celle-ci non-seulement prend la rouille, mais aussi parce qu'elle rend le tir irrégulier.

Près de l'œil, il y a encore dans les bombes de quelques systèmes d'artillerie un *fulloch*, *œil de charge* (il n'est plus en usage). En haut, vers l'œil, se trouvent deux anses (*c*) avec ou sans anneaux, par lesquels, à cause du poids de ces projectiles, on peut les suspendre à un crochet que l'on porte au milieu d'un levier (1).

(1) La fonte destinée à couler les bombes et obus doit-elle être plus blanche que celle avec laquelle on confectionne les

[redacted]

547. Pour faire éclater les bombes, enflammer les objets qu'elles atteignent et propager l'incendie, on les remplit non-seulement avec de la poudre, mais aussi avec une matière appelée *roche à feu* (1). Pour faire éclater une bombe de 30 liv., 1 liv. 1/2

boulets? Cela paraît au moins douteux; car les bombes et obus doivent être tenaces, pour ne pas se briser dans l'âme de la bouche à feu.

Le moulage de ces projectiles diffère peu de celui des projectiles pleins, seulement il faut placer dans le moule un noyau de sable que l'on fait sur un arbre, cylindre en fer creux qui passe à travers un vide laissé dans le sable du châssis inférieur, et qui vient s'arrêter, fixé par une clavette au-dessous de la *barette*, traverse en fonte qui lui donne passage.

Ce vide est ménagé dans le moulage par un *faux arbre en fer*, fixé au demi-modèle correspondant.

Le noyau se fait autour de l'arbre dans une boîte en cuivre.

Dans les bombes, les modèles de mentonnets sont mobiles et se séparent par le milieu; on place dedans les anneaux confectionnés d'avance en fil de fer, et on les fixe sur le demi-modèle inférieur. On les retire en même temps que le modèle; mais on laisse les anneaux engagés dans le moule.

Après la coulée, on retire les bombes et obus; on burine, on râpe les coutures; on alèse la lumière.

Dans la réception, on les passe aux lunettes pour mesurer leur diamètre; on mesure leur épaisseur avec un compas courbe, pourvu d'un limbe gradué; on mesure au *nonnius* l'épaisseur du culot; on s'assure avec des rondelles

(0 k. 840) de poudre suffisent, et pour une bombe de 60 liv., 2 liv. 1/2 (1 k. 400); mais on met d'ordinaire dans la bombe une charge plus forte, afin que les éclats soient lancés plus loin et avec plus de force.

En Bavière, la bombe de 60 liv. reçoit ordinairement 4 liv. 1/2 (2 k. 52) de poudre et 24 loths 0 k. 42 de roche à feu ; celle de 30 liv., 2 liv. 1/2 (1 k. 40) de poudre et 16 loths 0 k. 28 de roche à feu ; celle de 25 liv., 1 liv. 1/2 de poudre (0 k. 840) et 16 loths (0 k. 28) de roche à feu ; celle de 10 liv., 24 loths (0 k. 42) de poudre et 8 loths (0 k. 14) de roche à feu.

548. Les fusées qui servent à transmettre le feu

du diamètre de l'œil; on a des calibres pour reconnaître l'épaisseur du métal en cet endroit.

On examine la surface du projectile creux ; on le passe au cylindre, et on en pèse un certain nombre.

Calibres et poids des bombes en France.

	32c.	27c.	22c.
Calibres. . .	320,6	271,1	220,2
Poids. . . .	72 k	49 k	22k.

(1) La préparation de la roche à feu varie suivant les pays. Cependant, elle se compose, en général de 7 livres de soufre fondu, 6 livres de salpêtre purifié, 2 d'antimoine, une 1/2 livre de pulverin et 9 loths de mèche à étoupille vive. (*Note de l'auteur.*)

[redacted]

consistent en des tubes de bois très-sec, de *frêne*, de *bouleau*, ou mieux de *charme* ou de *tilleul*, ayant une tête pour l'amorce et, par le bas, coupés en sifflet.

Elles se remplissent d'une composition (de 3 parties de pulvérin, 2 parties de salpêtre, 1 de soufre) triturée, et on estime par expérience la durée de la combustion, pour calculer la longueur à leur donner. Elles doivent être consumées rigoureusement au moment où la bombe achève sa trajectoire et atteint le but, et ne pas l'être plus tôt ni plus tard.

Afin que la composition prenne feu plus sûrement, il y a dans le haut deux mèches de communication de 8 pouces, battues avec la composition et qui sortent de la fusée sur une longueur d'environ 2 pouces. Ces mèches sont placées dans le canal, saupoudrées de pulvérin, recouvertes d'une rondelle de papier parcheminé, et enfin coiffées avec un parchemin plus grand, ou un morceau de serge que l'on colle.

Balles à feu, bombes incendiaires et grenades à main.

549. Indépendamment de ces bombes de fer coulé, on lance encore avec les mortiers des projectiles destinés à éclairer, dont les plus grands sont appe-

lés aussi *balles à feu*, des *bombes incendiaires* et plusieurs petits *boulets creux* ou *grenades*.

Les premiers projectiles ont pour but d'éclairer une partie du terrain dans lequel on les lance, et consistent en une carcasse ovale de fer forgé qui est recouverte d'un sac de coutil ou de treillis, dont le plus petit diamètre est égal à celui d'une bombe qu'elle contient et dans laquelle on a placé une composition d'artifice qui entretient un feu lent et brûlant avec un grand éclat ; au-dessous se trouve un culot de fer ayant au plus 4 à 5 lignes d'épaisseur. Le tout est entouré d'un filet de corde ou de fil de fer enduit de poix noire qu'on a fait fondre ; une fusée communique à l'intérieur. On peut aussi y placer un obus et un *mordschlagen*, c'est-à-dire un tube en fer de 3 pouces de longueur, fermé à l'extrémité inférieure, contenant une charge à balle à laquelle, pendant la combustion de l'artifice, le feu se communique par la lumière, et la balle projetée menace l'ennemi, s'il s'approchait.

Une balle à feu	de 10 livres pèse	11 liv. 3/4	(6 k. 58).
Id.	de 25 Id. . .	21 liv. .	(11 k. 26).
Id.	de 30 Id. . .	25 liv 1/2	(14 k. 28).
Id.	de 60 Id. . .	48 liv. .	(26 k. 88).

550. Les *bombes incendiaires* consistent de mê-

[redacted]

me en une carcasse de fer forgé ovale, qui est entourée d'un sac de treillis, dans laquelle se trouve une composition d'artifice vivement inflammable ou de roche à feu, le tout entouré de corde, dans le haut muni d'une fusée et ayant la même armature que les projectiles à éclairer.

Une bombe incendiaire du calibre de 30 pèse 48 liv. (26 k. 88); une du calibre de 60 pèse 82 liv. (45 k. 92); dans les temps modernes on les emploie rarement, parce qu'elles ont une trajectoire très-irrégulière.

Les meilleurs projectiles incendiaires sont des bombes ou obus concentriques qui ont 4 ou 5 ouvertures latérales et qu'on remplit de matières inflammables. En Bavière, on emploie les projectiles creux ordinaires. On les charge avec une proportion plus grande de roche à feu et une moindre de poudre et de pulvérin. Par exemple, le chargement de la bombe incendiaire de 60 pouces se compose de 6 liv. 1/4 de roche à feu, 1 liv. 28 loths de poudre à canon et 28 loths de pulvérin.

551. On lance aussi avec les gros mortiers 25 à 40 petits boulets creux ou *spiegel granaten*, ou bien 15 à 20 *grenades à main*. On les place sur un plateau en bois adapté à l'âme du mortier pour que la

charge leur donne un choc uniforme. On les nomme également *spiegel*, *hebe spiegel granaten* ou aussi *wackteln* (perdreaux).

Les grenades à main pèsent de 2 à 3 liv. (1 k. 12 à 1 k. 68) et peuvent être lancées, par un homme exercé, à 30 ou 40 pas (22^{m}, 65 à 30, 20). Si l'on se sert d'une fronde pour les lancer, elles peuvent porter jusqu'à 100 pas (75 m. 5).

Dans le pierrier, on lance des cailloux forts et aussi ronds que possible, du poids de 1 à 3 liv. (0 k. 560 à 1 k. 68). Ils sont placés dans un panier muni par-dessous d'un fort plateau en bois. La portée est de 150 à 300 pas (113 m. à 151 m.) ; on peut aussi, au lieu de cailloux, se servir de balles de fer, de morceaux de bombes, ainsi que de grenades de 3, 6 et 7 liv. (1 k. 68, 3 k. 36, 3 k. 92) et des *wackteln*, perdreaux, mentionnés plus haut : on lance en outre des sacs de poudre avec le pierrier.

Charge.

552. La charge du mortier, destinée à lancer les bombes, est très-variable, suivant le mode de confection du mortier, et particulièrement de sa chambre, ou suivant qu'on veut obtenir avec la même inclinaison différentes portées. La bombe présen-

[redacted]

tant une grande résistance à l'action de la poudre par suite de son poids, il en résulte une différence sensible entre la charge du mortier et la charge du canon; la charge à chambre pleine, dans les mortiers de 60 liv. autrichiens, est de 4 liv. 1/2 (2 k. 52); dans ceux de 30 liv., de 2 liv. 1/4 (1 k. 26); dans ceux de 10 liv., de 26 loths (0 k. 455); dans celui de 30 liv. à longue portée, de 4 liv. 1/2 (2 k. 56); dans les pierriers de nouveau modèle, de 3 liv., et dans les mortiers à la Cohorn, de 3 loths (0 k. 525).

En Bavière, la charge à chambre pleine du mortier de 10 liv. est de 1 liv. 1/2 (0 k. 840); celle du mortier de 25 liv. est de 2 liv. 1/2 (1 k. 40); celle du mortier de 60 liv. est de 6 liv. (3 k. 36) de poudre à canon.

On peut estimer à 1/20 du poids des bombes la plus forte charge avec l'inclinaison de 45°. Mais la charge est diminuée quand on donne une inclinaison plus ou moins forte. Les projectiles à éclairer doivent être lancés à faible charge, pour éviter qu'ils ne se brisent. La charge la plus forte est pour les balles à feu de 25 liv. de 1 1/2 (0, 840) de poudre à canon et pour ceux de 60 de 2 1/2. (1 k. 40). La charge doit encore être diminuée si on

lance de petits boulets creux, des grenades, ou des pierres, parce que autrement ils s'éparpillent trop. Ces charges consistent la plupart du temps en poudre libre, car rarement on peut les mettre dans des cartouches, parce qu'elles doivent trop varier en diamètre pour répondre aux divers besoins du service (1).

Manœuvre et usage.

Chargement, pointage et feux.

553. Dans le chargement des mortiers, principalement de ceux du plus gros calibre, il faut quatre ou cinq hommes pour que le feu ne s'exécute pas trop lentement.

Pour le chargement, on dispose le mortier verticalement, la chambre et l'âme sont bien nettoyées, on introduit la poudre dans la chambre après l'avoir mesurée, on aplanit la surface, on la recouvre d'une feuille de papier ; ensuite on nettoie

(1) Charges d'épreuve des mortiers à chambre pleine :

32 c.	27 c.	22 c.	15 c.
5 k., 885	3 k., 671	0 k., 979	0 k., 215

[redacted]

la bombe contenant la charge destinée à produire l'éclatement et coiffée de la fusée, et on la place avec précaution ; on décoiffe la fusée, on en sépare les deux mèches de communication, et on abaisse lentement le mortier au moyen d'un levier placé sous le métal, vers la bouche, on place l'étoupille dans le canal de lumière, et on la couvre avec un sac à terre ou un torchon ; quant à la bouche du mortier, on la couvre d'un tampon jusqu'au feu.

Dans quelques systèmes d'artillerie, où le mortier a une chambre cylindrique, on place, entre la bombe et les parois de l'âme, de petits morceaux de bois pour que le centre de la bombe soit dans l'axe du mortier. On appelle ces pièces de bois, *éclisses* (1).

554. Ensuite, on donne avec un *fil-à-plomb* la direction, et avec un *quart de cercle* l'inclinaison, ou l'angle que doit former l'axe avec l'horizon.

Pour donner la direction, on la marque d'abord sur le parapet de la batterie, au moyen de deux *flèches* verticales. Le pointeur se tient avec un fil-à-plomb, environ à un pied derrière le mortier, et le

(1) En France, avec les mortiers portés sur des flasques en fonte et penchés, on n'est pas obligé de dresser le mortier verticalement pour charger.

place dans la direction. A cet effet, il observe si le point le plus élevé sur la moulure de la bouche et si le canal de lumière sont dans le plan des fiches. La direction bien obtenue, si elle ne doit pas varier, et si l'on doit tirer longtemps sur le même but, on marque, par un trait, sa projection sur la plate-forme, et on place toujours le mortier dans la même direction.

Le pointage avec fil-à-plomb demande, de la part du pointeur, beaucoup de sûreté dans la main, et beaucoup d'adresse. On s'est attaché, dans la plupart des artilleries, à faciliter cette opération. En Prusse, on trace sur la plate-forme un trait dans la direction du plan de tir. En avant sur ce trait, une cheville de direction est fichée dans la plate-forme. Le mortier s'appuye contre cette cheville au moyen d'une fourche adaptée à l'entre-toise antérieure; sur l'entre-toise postérieure est tracée à partir de la ligne milieu une échelle graduée en 1/2 ou 1/4 de pouces. Au moyen de cette échelle le mortier est mis autant que possible dans la direction et elle sert à rectifier au besoin les déviations de droite et de gauche.

L'inclinaison doit se donner en appliquant le quart de cercle en avant sur le plan de la bouche,

[redacted]

et on élève ou on abaisse le mortier au moyen de l'appareil de pointage, jusqu'à ce que le fil-à-plomb tombe sur la division du quart de cercle correspondant au nombre de degrés à donner. Ordinairement on pointe le mortier sous l'angle de 30°, 45°, 60°, ou 75°. On donne 30° d'inclinaison, si les bombes doivent agir moins par leur choc que par leurs éclats ; on pointe, dans le cas contraire, sous l'angle, de 60 à 75°, et à 45° (43°), si avec la plus petite charge on veut avoir la plus grande portée.

555. La longueur des fusées est déterminée par expérience d'après la durée de combustion de la matière fusante et d'après les portées. Elles se chargent de différentes manières. Dans quelques-unes, la composition d'artifice est mise dans un cartouche de papier que l'on coupe d'une longueur proportionnée au besoin, et qu'on enfonce dans le canal de la fusée en bois. Ce canal est fermé à la partie inférieure, et a de côté une ouverture par laquelle il communique à la charge qui produit l'éclatement.

Dans les autres, la composition en excès est enlevée, ou simplement la fusée est coupée. Si l'on observe que les bombes éclatent avant d'atteindre le but, ou trop tard, on en conclut que la fusée est trop coute ou trop longue. Pour rectifier l'erreur,

il suffit d'observer le temps qu'une portion de fusée met à brûler, et ensuite de reconnaître la durée de la trajectoire, depuis la sortie de la bombe du mortier jusqu'au point de chute. Alors on allonge ou on raccourcit la fusée les coups suivants, on rectifie aussi l'inclinaison ou la charge, si le but n'est pas atteint, ou s'il est dépassé. Les trois premiers coups tirés sont appelés *coups d'épreuve* (1).

Portées.

556. Les considérations générales sur la trajectoire du projectile développées dans le chap. 314 et particulièrement dans le chap. 320 sont applicables au jet des bombes. Les diverses portées peu-

(1) FUSÉES FRANÇAISES POUR BOMBES DE

	32 et 27 c. n° 1.	32 c. de côte n° 1 bis.	22 c. n° 2.
	mm.	mm.	mm.
Longueur totale.........	200	250	185
Vitesse de combustion par seconde.............	7,2	6	7,2

vent s'obtenir soit sous des charges égales avec des inclinaisons différentes, soit sous des inclinaisons égales avec des charges différentes. En principe, on obtient de petits changements dans la portée en élevant ou abaissant le mortier de quelques degrés, et il ne faut pas oublier que la portée maximum a lieu à 43°. Les changements sont plus appréciables en changeant la charge de poudre. L'effet dépend alors de la nature de la poudre plus que dans les autres armes à feu. Aussi la force de portée de cette poudre doit-elle toujours être bien constatée (271).

Chaque système d'artillerie a ses tables de tir particulières dans lesquelles on indique, pour chaque portée, la charge, l'inclinaison et la longueur de la fusée. On y indique de plus si l'on doit tirer sur un but de niveau, élevé ou bas. Enfin, il est à remarquer que les inclinaisons de 45° $+ a$ donnent des portées presque égales ; que d'après la théorie les bombes tirées à 45° atteignent en hauteur le quart de la portée, qu'à 75° elles s'élèvent de la portée entière, et que la portée horizontale, sous ce dernier angle, est seulement moitié de celle obtenue sous le premier.

En général, les mortiers sont disposés de manière à ce que les bombes aient une portée de 2000

à 2500 pas (1510 m. à 1787^m,50). Les mortiers français de 10 p. ou de 50 liv., à la charge de 7 liv. de poudre, portent à 3500 pas (2642 m.) Les mortiers autrichiens de 30 liv., à longue portée, avec une charge de 4 liv. 1/4 de poudre, portent à 3600 pas (2718 m.), et les mortiers anglais de 100 liv., avec 25 liv. de poudre, à 5320 pas (4016^m,60).

Avec une inclinaison fixe de 45°, on obtient, dans les mortiers bavarois, les portées suivantes :

Espèce de mortier.	Charge.		Portée.	
25 livres.	22	loths (0^k,385)	500 pas =	377^m,50
	34 1/2	— (0^k,606)	1,000 — =	755
	45	— (0^k,787)	1,500 — =	1,130
	57	— (0^k,997)	2,000 — =	1,510
	77	— (1^k,035)	2,500 — =	1,887^m,50
60 livres.	37	— (0^k,648)	500 — =	377^m,50
	58	— (1^k,002)	1,000 — =	755
	78	— (1^k,365)	1,500 — =	1,130
	98 1/2	— (1^k,723)	2,000 — =	1,510
	4 livres	(2^k,240)	2,500 — =	1,887^m,50

Les bombes centrées fournissent le moyen d'augmenter la portée, sans augmenter la charge ou l'inclinaison. Au lieu de tourner le pôle le plus léger à la partie supérieure, comme il y aurait lieu de le faire en principe pour l'exactitude du tir, on place la bombe de telle manière que le pôle le plus lourd

soit en haut. L'expérience fait voir qu'il se produit alors un mouvement de rotation qui augmente la portée.

Balles à feu.

Espèce de mortier.	Charge.	Portée.
25 livres	25 loths (0^k,438)	600 pas = 453^m
30 —	28 — (0^k,4h0)	»
60 —	1 liv. 12 loths — (0^k,770)	»

557. Il est difficile d'obtenir des portées au-delà de 800 pas (604 ^{m}.) Les bombes incendiaires ont, à charges égales, des portées égales à celles des bombes ordinaires. Avec le mortier de 60 liv. et le pier-

(1) TIR DES MORTIER A CHAMBRE PLEINE.

	32 c.	27 c	22 c.	15 c.
	gram.	gram.	gram.	gram.
Charges à chambre pleine...	5,385	3,671	979	215
PORTÉES MAXIMUM.				
	mètres.	mètres.	mètres.	mètres.
Tir à 30°................	2,754	2,650	1,900	750
Tir à 60°................	2,650	2,400	1,700	900
Tir à 45° — A chambre tronc conique..	2,800	2,800	2,000	»
Tir à 45° — A chambre cylindrique....	1,200	»	»	»
Tir à 45° — — à grande portée	»	2,400	1,200	»
Tir à 45° — — à petite portée.	»	1,600	»	»

rier, on lance des grenades à la distance de 200 à 400 pas (151m à 302 m) et la mitraille et les pierres, seulement à la distance de 100 à 300 pas (75m, 5 à 226m,5). Le mortier à la Cohorn de 6 liv. à la charge de 3 loths (0 k. 0525) lance son projectile à 675 pas (509m,625); celui de 12 avec 6 loths, à 600 pas (453m.)

Probabilité du tir.

558. Il y a aussi, dans les mortiers, des variations considérables de portée et de direction, et elles augmentent considérablement avec la distance. D'après des essais, on peut admettre que, pour une distance de 1000 pas (755 m.), la moitié des bombes lancées tombent dans un rectangle de 50 pas (37m, 50) de longueur, sur 25 pas (17m,875) de largeur. L'autre moitié dévie plus ou moins de tous côtés et souvent cette déviation est très-considérable.

A une distance de 5 à 600 pas (377m,50 à 453 m.) il y a environ quatre fois autant de bombes qui doivent atteindre qu'à 1500 pas (1132m,50).

Dans le rectangle des deux dimensions indiquées plus haut, et à 600 pas de distance, les 2/3 des projectiles à éclairer, portent.

Si l'on lance des pierres, *spiegel granaten*, des grenades, ou des boîtes à balles avec les mortiers, elles se dispersent d'autant plus que la charge est plus forte, et le nombre des coups portants dépend non-seulement du degré d'éparpillement de ces projectiles, mais aussi de la forme du but à atteindre. En général, elles se dispersent, à partir de 200 pas (151^m,10), d'environ 150 pas (113 m.) en longueur et 100 pas (75^m,5) de côté. Avec le mortier à la Cohorn, à 300 ou 400 pas (226 m. à 302 m.), on obtient, dans un cercle de 25 pas (17^m,875) de diamètre, de 1/4 à 1/3 des coups portants.

Effets du tir des mortiers.

Puissance d'action.

559. Quoique les mortiers doiven être la plu part du temps employés sur une plate-forme hori zontale, leur recul est, comparativement à celui des autres bouches à feu, très-petit ; ce qui s'explique non-seulement par suite du mode de construction de l'affût, mais aussi par suite de l'élévation de l'angle du tir ; le recul avec des flasques de fonte et à la charge ordinaire, sous l'angle de 45°,

s'élève rarement à plus de 20 pouces (O. 524). Si la plate-forme est humide, il devient un peu plus grand.

560. Les mortiers conservent en général, avec les charges ordinaires, une durée suffisante ; on a, par exemple, en Autriche, avec un mortier métallique de 30, tiré plus de 2,000 coups ; et journellement 50, 120 et même 200, sans le mettre hors de service. Seulement, avec de très-fortes charges et une grande inclinaison, les forts calibres commencent à souffrir après quelques centaines de coups, la chambre et l'âme s'élargissent, et les tourillons se faussent un peu.

561. La vivacité du tir des mortiers est plus grande si l'on emploie de petits calibres et des cartouches ; cependant chaque coup demande de 1 minute à 1 1/2 ; si l'on emploie de la poudre libre, on peut admettre qu'il faut par coup le double du temps. Ordinairement, en une heure, on tire de 10 à 12 coups et en un jour seulement de 50 à 60, en chargeant et pointant avec autant de soin que possible.

Il est à remarquer que chaque coup avec la bombe de 60 liv., coûte 22 florins environ (47 fr. 50).

562. Si on emploie les bombes contre des troupes, il importe que la fusée soit assez longue pour

que la charge qui produit l'éclatement s'enflamme soit au moment où la bombe tombe sur la terre, soit un peu avant. Si l'éclatement est plus accéléré ou plus tardif, la bombe est ou trop élevée en l'air ou elle est déjà enfoncée en terre, et son effet ne peut être aussi considérable ; mais si elle éclate au point de chute, elle peut produire beaucoup d'effet ; les bombes se brisent en 10, 20 et un plus grand nombre d'éclats qui sont projetés dans toutes les directions de 300 à 450 pas (226, 50 à 240 m.) et encore plus loin, en tirant à la charge ordinaire, et il est impossible que l'ennemi puisse s'en servir, comme cela a lieu souvent avec les projectiles pleins.

Les bombes de 50 à 60 liv. s'enfoncent dans la terre suivant la position de la batterie et son élévation de 2, 4, 6 pieds (0, 628 — 1 m. 256, 1 m. 984) et forment un entonnoir dont le diamètre est environ le double de la profondeur de l'enfoncement. Les 2/3 des bombes s'enfoncent dans un terrain mou et y restent ; elles se brisent sur le roc ou sur le pavé et n'éclatent pas. Dans les constructions non voûtées elles traversent deux ou trois étages. Les voûtes qui ont à la clef trois pieds d'épaisseur (0 m. 942), et celles même encore plus faibles, si elles ont moins de portée, résistent au tir des bombes ; on

s'en garantit également en disposant trois rangs de poutres superposées ayant un pied d'épaisseur, et se contrebuttant sous un angle de 30 à 40°.

563. On se sert des balles à feu ordinairement dans les siéges, pour reconnaître où l'ennemi a entrepris ses travaux. Une balle à feu lancée par un mortier de 50 liv. éclaire à une distance de 600 pas (453 m.) un espace de 120 pas de diamètre (90 m. 60), à 400 pas, (302 m.), donne un cercle éclairé de 160 pas (120, 8) de diamètre et découvre les travailleurs sur un espace de 120 pas (90, 60) vers le point à observer. Aussi les balles à feu doivent-elles toujours être lancées derrière les travailleurs ennemis. Des balles à feu de 30 liv. brûlent pendant 12 minutes, celles de 60 liv., pendant 16 minutes, mais elles conservent pendant la moitié du temps une clarté brillante et uniforme.

564. Les pierriers sont tirés sous l'angle de 54 à 60°, pour augmenter la force de chute des pierres. Les balles à mitraille sont dans ce but tirées sous l'angle de 70 et 75°. Ces deux espèces de projectiles sont susceptibles de mettre un homme hors de combat. Les grenades (*spiegel granaten*) produisent plus d'effet par leurs éclats en 6 à 8 morceaux projetés souvent à 200 pas (150 m.), que par leur choc di-

[redacted]

rent. Les mortiers à la Cohorn ont une action plus considérable ; le tir des grenades à main est moins nuisible, et il n'est pas sans exemple qu'un ennemi actif les ait relevées rapidement, lorsqu'elles n'avaient pas éclaté en temps utile, la fusée n'ayant pas été bien réglée, et les ait rejetées sur ceux qui les avaient lancées.

OBUSIERS.

Leurs propriétés.

565. On appelle *obusiers* des bouches à feu qui servent à lancer des projectiles creux nommés *obus* et des boîtes à balles. On les désigne comme les mortiers ou d'après leur calibre, 5 pouces 1/2, 8 pouces, ou d'après le poids du boulet de grès correspondant au calibre. Les obusiers nommés *obusiers de sept livres*, d'après le dernier mode ci-dessus indiqué, sont affectés au service de campagne; ceux de 10 et de 25 liv. sont destinées au service de siége place et côte; ils sont en général montés sur des affûts à roues semblables à ceux

des canons, et sont transportés de même sur avant train.

Bouche-à-feu proprement dite (1).

566. La bouche-à-feu de l'obusier est, comme celle du canon, divisée en trois parties (fig. 110), la *culasse*, le *renfort* et la *volée*.

DIAMÈTRE DES OBUSIERS BAVAROIS.

DÉSIGNATION de la bouche à feu.	DIAMÈTRE de l'obus.	VENT.	DIAMÈTRE
Obusier de 7 livres. .	5 p. 54 (0m,145)	0,12 0 p. 0037	5 p. 66 (0m,16)
— de 10 livres. .	6 p. 24 (0m,163)		6 p. 36 (0m,17)
— de 25 livres. .		0 p. 17 (0m,0045) comme celui du mortier.	8 p. 62 (0,2257)

(1) Les boulets creux, obus, paraissent avoir été lancés originairement avec des bouches à feu longues, la fusée tournée vers la charge; mais il arrivait souvent que l'obus éclatait sur-le-champ, et se brisait dans l'âme. Pour éviter ces inconvénients, on raccourcit beaucoup ces bouches à feu, de manière à pouvoir faire ce chargement à la main.

Jusqu'en 1828, on se servait d'obusier court. A cette époque on a adopté (21 juin 1828) :

1° Les obusiers longs de 16 et 15 centimètres, pour le service de campagne;

[redacted]

2° L'obusier de 12 centimètres, de montagne (15 mars 1828).

Le 21 décembre 1829, on a admis un obusier de siège de 22 centimètres.

Le pierrier a été supprimé le 30 mai 1854

On a adopté en outre les pièces en fonte suivantes :

Un obusier de 22 centimètres, dit obusier de place.

Un obusier de 22 centimètres, avec chambre de 30, appelé obusier de côte.

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX OBUSIERS FRANÇAIS.

	EN BRONZE.				EN FONTE.	
	22 c.	16 c.	15 c. supprimé en 1853	12 c. de montagne	22 c. de place mod. 1847	22 c. de côte
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Diamètre de l'âme	223	165,5	151,3	120,5	224	223,3
Vent de l'obus	2	2	2	1,5	3	2,3
Diamètre de la chambre	121	121	106	83	153,3	164,7
Long. de l'âme, y compris son raccord avec la culasse	800	1640	1485	740	2200	2127
Longueur de l'âme en calibres de l'obus	3,62	10,03	9,95	6,22	9,9	9,7
Longueur de la chambre	200	145	130	70	250	215
Longueur totale	1520	2063	1871	970	2900	2840
Poids	1200 k.	885 k.	581 k.	100 k.	2765 k.	3636 k.
Prépondérance à la culasse	150	98,33	64,55	16,50	197	175

L'obusier est muni d'une chambre (*b*) comme le mortier, mais par suite de la construction de l'affût, les obus ne peuvent être lancés sous un aussi grand angle que les bombes avec les mortiers. La chambre, dans les obusiers, devient plus nécessaire par suite de la petite charge qu'on emploie souvent; on obtient la plus grande portée sous une inclinaison qui peut s'élever jusqu'à 20° environ.

567. La longueur de la bouche à feu de l'obusier avait été jusqu'à présent réglée, d'après cette considération que la charge pût être placée avec la

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX OBUSIERS DE LA MARINE.

	EN FONTE			
	27 c. mod. 1840	22 c. n° 1 mod. 1841	22 n° 1 mod. 1849	22 n° 2 mod. 1849
	mm	mm	mm	mm
Diamètre de l'âme	274,4	223,3	223,3	223,3
Vent du projectile	»	3,1	»	»
Longueur de l'âme	2480	2342	2652	2340
Longueur de l'âme en calibres du boulet	»	»	»	»
Longueur totale	3064	2840	3116	2789
Poids	5200 k.	3636 k.	3614 k.	2722
Prépondérance à la culasse	205	175	180	180

[redacted]

main dans la chambre (fig. 104 et 105); cependant déjà depuis longtemps dans quelques systèmes d'artillerie, il existe des bouches à feu à chambre plus longue que ne le comporte la condition stipulée plus haut. En lui donnant une plus grande longueur, l'effet de la pièce est augmenté par suite des causes développées précédemment. Dans les temps modernes, on a construit dans plusieurs états des obusiers plus longs (fig. 4 et 5). On leur fait, il est vrai, le reproche d'être plus difficiles à charger, de ne pouvoir pas prendre des inclinaisons aussi élevées, de lancer des projectiles qui ne peuvent s'arrêter facilement au premier point de chute; mais leur plus grande portée, jointe à une plus grande justesse de tir, et l'avantage qu'ils présentent de se placer sur les affûts de canon ordinaire, en ont peu à peu rendu l'emploi général. En Bavière, on a trois espèces d'obusiers de campagne en bronze du calibre de 7 liv., savoir : un dont la longueur dépasse 6 calibres, un de 10 et un troisième qu'on appelle *obusier lourd*, de 12 calibres. Pour les obusiers de 10 liv., il y en a un court de 5 calibres 3/4 et un long de 15. L'obusier de 25 se fait en fonte; le court a 6 calibres 2/3 et le long 12 calibres 2/5.

568. Quant à la force du métal, on peut en général au fond et vers la chambre, lui donner plus de 1/2 calibre, ou la largeur de la chambre, au deuxième renfort environ 3/8 et à la volée 1/4 de calibre.

Le poids de l'obusier se règle principalement d'après sa longueur et d'après la charge. On a trouvé que lorsque cette charge est du 1/8 du poids de l'obus, pour chaque livre de celui-ci, il faut 42 à 60 liv., de métal dans l'obusier court; et dans l'obusier long avec la charge de 1/10, de 70 à 110 liv. et plus. L'obusier court de 7 liv. pèse 520 liv. (291 k.), l'obusier long léger 830 liv. (465 k.), le lourd 1,378 liv. (771 k.), le court de 10 liv. 1,600 liv. (896 k.), le long 2,680 liv. (1,501 k.), le court de 25 liv. 2,984 liv. (1671 k.), le long 592 liv. (331,9 k.).

569. Pour ce qui concerne les anses et le canal de lumière, ce qui a été dit pour les canons est applicable aux obusiers.

Le métal a ordinairement, dans les obusiers de batterie, une épaisseur uniforme, de sorte que la ligne de mire est parallèle à l'axe de la bouche à feu, ce qui fait que l'angle de mire naturel est nul. Dans les longs obusiers de campagne en Bavière,

ces deux lignes sont faiblement inclinées l'une par rapport à l'autre, et l'angle de mire naturel est de 31' avec l'obusier de 7 liv., et de 13' avec l'obusier lourd du même calibre.

Quant aux tourillons, leurs axe doit être plus rapproché de celui de l'âme que dans les canons, ou peut le couper. On diminue ainsi l'effet du tir sur la vis de pointage. En Bavière, l'axe des tourillons dans les obusiers courts est de 1/2 pouce (0 m. 0131) environ au-dessous de l'axe de l'âme. Celui des obusiers longs de campagne est au-dessous de 1/4 à 1/5 de pouce (0^{m}0065 à 0^{m}0052). La prépondérance à la culasse est, dans les premiers, de 1/5 à 1/8 ; dans les derniers, du 1/8 à 1/13 du poids de toute la bouche à feu. Le diamètre des tourillons et la distance des embases sont les mêmes que dans les canons ; ils sont montés de même sur des affûts. La hausse, comme dans les canons, est adaptée à la culasse pour les obusiers de campagne. Pour ceux de siége, place et côte et pour l'obusier court de 7 liv., on procède avec un quart de cercle.

Affûts d'obusiers.

570. Les affûts d'obusiers sont, dans les parties

essentielles, disposés comme ceux des canons. Seulement dans les obusiers courts, les flasques sont plus forts, moins divisés ou plus renforcés aux points de division. Les sus-bandes et l'essieu sont aussi plus forts. Le poids des affûts, dans les courts obusiers, doit s'élever à peu près au double de celui des bouches à feu, pour leur permettre de résister plus longtemps au tir qui s'effectue sous des angles élevés. L'affût de l'obusier court de de 7 liv., avec son avant-train à coffret, du système de 1800, pèse 1772 liv. (989 k.). L'appareil de pointage est, en général, semblable à celui des canons. En Bavière, l'obusier léger de campagne de 7 liv. long de 10 calibres se monte sur l'affût de campagne du canon de 6, et celui de 12 calibres sur l'affût de 12. Il en résulte une simplification dans le nombre des diverses espèces d'affûts.

Pour le service de siége et place, les affûts d'obusier ont la même disposition que ceux des canons, afin qu'ils puissent être employés dans les casemates aussi bien que sur les châssis. En Bavière les deux obusiers de 10 liv. ont même affût que les canons de 12 lourds, et les obusiers en fer courts et longs de 25 liv. ont même affût que les canons longs de 24. Les affûts d'obusiers de siége se transportent

[redacted]

comme ceux de campagne sur un avant-train sans coffret.

Munitions.

572. Les obus sont, comme les bombes, excentriques ou concentriques, avec ou sans culot; dans les derniers, le poids est plus uniformément réparti et ils donnent un tir plus régulier. Les obus, en Bavière, sont concentriques, cintrés et pèsent, sans charge, ceux de 7 liv., 12 liv. 1/2; ceux de 10 liv., 18 liv. (10 k.08); et ceux de 25 liv., 43 liv. (24 k. 08). La tolérance est de 3/8 à 1 liv. On les fait avec du fer coulé un peu cassant, afin qu'ils donnent un plus grand nombre d'éclats. La charge nécessaire pour faire éclater le projectile et la fusée sont les mêmes que pour les bombes. L'obus bavarois de 6 liv. contient 20 loths (0 k. 350 de poudre et 6 loths (0 k. 105) de roche à feu; celui de 10 liv., 24 loths (0 k. 420) de poudre et 8 loths (0 k. 140) de roche à feu. L'obus de 25 liv. contient 2 liv. 1/2 (1 k. 400) de poudre à canon et 16 lots (0 k. 280) de roche à feu. Si les obus ne sont pas destinés à incendier mais à agir par leurs éclats, on remplace la roche à feu par de la poudre;

on a proposé aussi des obus composés de 2 ou 3 parois concentriques pour augmenter le nombre des éclats (1).

Dans les obusiers longs, les projectiles sont ensabotés.

Boîtes à balles.

572. Les balles à mitraille des obusiers sont, comme celles des canons, dans des boîtes de fer-blanc. Dans l'emploi des obusiers courts, la boîte à balles bavaroise de 7 livres, contient 75 balles de 6 loths (0 k. 105); celle de 10 liv., 56 balles de 12 loths (0 k. 210); celle de 25 liv., 168 balles de 6 loths (0 k. 105), et 2 de 32 loths (0 k. 560); avec les obusiers longs elle contient ou 40 balles en fer forgé, de 32 loths (0 k. 560) et 20 balles de 24

(1) DIAMÈTRES ET POIDS DES OBUS USITÉS EN FRANCE.

	OBUS DE				BOULET creux de 30	GRENADE à main.
	22 c.	16 c.	15 c.	12 c.		
Diamètre	mm 220,2	mm 162,9	mm 148,7	mm 118,4	mm 159,6	c 81,2
Poids	kil. 22	kil. 10,525	kil. 7,098	kil. 3,900	kil. 10	kil. 1,040

[redacted]

(0 k. 420), ou 252 balles de 6 loths (0 k. 105) et 3 de 32 (0 k. 560), suivant la destination qu'on veut remplir. Les boîtes sont munies d'un sabot en bois hémisphérique adapté à la forme de l'âme.

573. Les premiers obus à balles ont été lancés par les obusiers et plus tard par les canons (§ 525), les balles de plomb étaient d'abord disposées dans l'intérieur du projectile au milieu de la poudre destinée à faire éclater. Des obus se brisaient lorsque la charge s'enflammait, soit dans l'intérieur de la bouche à feu, soit prématurément. Alors on coula dans l'intérieur de l'obus rempli de

BALLES A MITRAILLE USITÉES EN FRANCE.

Balles en fonte.			
NUMÉROS des balles.	DIAMÈTRES.	POIDS.	OBUSIERS auxquels elles sont destinées.
N° 2	48mm,5 (28 balles.)	0k,400	Obusier de 22 c. de siége.
N° 4	38mm (48 balles.)	0k,200	Obusier de 16 c.
N° 5	33mm (56 balles.)	0k,135	Obusier de 15 c.
Balles en fer forgé.			
N° 6	26mm (42 balles)	0k,070	Obusier de 12 de montagne.

balles de plomb, une matière fluide telle que du soufre ou de la poix et destinée à envelopper les balles et à les maintenir en se refroidissant, mais alors ces balles ne se dispersaient pas bien, et restaient collées l'une contre l'autre. Il fallait ménager à l'intérieur un espace vide. La plus grande difficulté du bon emploi des obus à balles est dans la fusée qui doit sortir le moins possible du projectile pour ne pas frapper l'intérieur de la bouche-à-feu, ne pas empêcher la régularité du tir et donner le feu au moment convenable. Enfin on a découvert, en Angleterre, des fusées en bronze qui se vissent dans l'œil du projectile. On donne, dans cette partie, plus d'épaisseur que dans le reste des parois où cette épaisseur est d'environ le 1/10 du diamètre de l'obus. On a, pour les différentes distances, 3 ou 4 fusées dont la durée de combustion est réglée, mais cette disposition n'a pas encore paru suffisante et on a cherché, par l'emploi de diverses compositions, à obtenir une durée d'inflammation convenable. Le colonel belge Bormann est parvenu, en 1835, à construire une fusée dans laquelle les couches de la composition ne sont pas disposées verticalement l'une sur l'autre, mais se placent l'une contre l'autre en cercle horizontal.

[redacted]

Par suite la durée de l'inflammation peut être réglée plus exactement. Sur la surface supérieure de la fusée se trouve un cadran indiquant la durée de combustion par 1/4 ou 1/2 seconde. Cette espèce de fusée s'est de plus en plus améliorée, et chaque état a son système. Les Français ont, dans la même fusée, 3 espèces d'évents, mais la composition est disposée comme à l'ordinaire.

En Bavière il y a trois espèces de fusées pour obus à balles, les plus petites pour canons de campagne, les plus fortes pour obusiers de campagne. Les premières brûlent en 3 secondes, les autres en 5, et il y a des subdivisions (fig. 148), pour régler la durée de combustion. Pour les obusiers de campagne on emploie 2 obus à balles, l'un à 0,8 pouces d'épaisseur, l'autre 0,55; le premier contient 130, le deuxième 200 balles de plomb. Tout deux ont la même charge de 2 13/10 loths. Chargés, ils pèsent l'un et l'autre 19 livres 3/8 (10 k. 85).

Charge.

574. En général on donne dans les obusiers longs une charge égale à 1/7 ou 1/8 du poids de

l'obus, et dans les courts à 1/10 ou 1/12. Les plus fortes charges s'emploient pour le tir des boîtes ou obus à balles, les moyennes pour le tir à obus, les plus faibles pour le ricochet et pour lancer les projectiles à éclairer.

CHARGES EMPLOYÉES EN BAVIÈRE (1).

Obusier court de 7 livres........	12 loths 210 gr.	20 loths 350 gr.	28 loths 400 gr.	40 loths 700 gr.
Obusier long de 7 livres........	12 loths 210 gr.	20 loths 350 gr.		40 loths 700 gr.
Obusier lourd de 7 livres........	12 loths 210 gr.	20 loths 350 gr.		48 loths 840 gr.
Obusier court de 10 livres.......	24 loths 420 gr.	36 loths 630 gr.		48 loths 840 gr.
Obusier long de 10 livres.......	1 liv. 560 gr.	2 liv. 1,120 gr.	2 liv. 1/2 1,400 gr.	
Obusier court de 25 livres.......	1 liv. 560 gr.	2 liv. 1,120 gr.	2 liv. 1/2 1,400 gr.	
Obusier long de 25 livres.......	40 loths 709 gr.	4 liv. 2,240 gr.	6 liv. 1/2 3,640 gr.	

Ces charges sont contenues dans des sacs de serge, mais les obus et les boîtes à balles ne sont pas fixés avec elle.

(1) Dans les obusiers français, la charge qui remplit la chambre est de 1 k , 500 pour l'obusier de 16, de 1 k. pour l'obusier de 15 c., et 385 gr. pour l'obusier de 12 c.

Le poids de la poudre qui remplit l'obus est de 700 gr. pour l'obusier de 16 c., 600 gr. pour l'obusier de 15 c., 280 gr. pour l'obusier de 12 c.

[redacted]

MANOEUVRE ET USAGE.

Chargement, pointage et feux.

575. La manœuvre de l'obusier s'exécute d'une manière analogue à ce qui a été dit au n° 506. Le service de l'obusier de campagne exige d'ordinaire 10 hommes ; celui de l'obusier de batterie, 5 ou 6. On commence par pointer approximativement, puis la bouche à feu est écouvillonnée et chargée. La charge est introduite et mise en place, la fusée décoiffée, et l'obus est placé de manière à ce que la fusée soit dans la direction de l'axe de l'âme; les obus centrés sont disposés comme les bombes centrées, et l'on place le pôle le plus léger, de manière à obtenir soit une grande exactitude de tir, soit une grande portée. Ensuite on donne la direction au moyen du quart de cercle, ou d'une hausse ; on perce la cartouche, on place l'étoupille à frottement, et on met le feu comme aux canons et aux mortiers. Pour la charge des obusiers longs, l'obus muni d'un sabot est décoiffé et poussé jusqu'à la chambre avec le refouloir, dont la tête contient un trou correspondant à la fusée.

576. Pour le tirage de l'obusier de 7 livres et principalement le transport des munitions, il y a lieu d'appliquer en général ce qui a été exposé pour les canons de campagne. Pour les obusiers de siége et de place de 10 à 25 livres, ce qui a été dit pour les canons de siége et de place est applicable. L'avant-train de l'obusier de campagne porte 4 caisses, dont la contenance est de 12 obus, 6 boîtes à balles et 6 obus à balles, 40 cartouches, 40 étoupilles à friction, 20 à roseaux, 2 lances à feu et 2 toises de mèche. L'arrière-train du caisson de munition qui correspond à cet avant-train, porte 6 caisses, contenant 18 obus, 6 obus à balles, 15 cartouches, 30 étoupilles à friction, 10 à roseaux, 2 lances à feu, et 5 toises de mèche.

L'arrière-train de l'obusier lourd de 7 livres qui fait partie de la batterie de 12, contient 30 obus, 6 boîtes à balles, 6 obus à balles, 42 cartouches, 50 étoupilles à friction, 20 à roseaux, 3 lances à feu, et 5 toises de mèche. Le chargement est le même pour le caisson à munition de réserve de l'an 1800.

577. On emploie les obusiers 1° pour lancer des obus dans les ouvrages ennemis et pour atteindre, ou par le choc direct, ou par la dispersion des

éclats, les hommes ou les pièces ; 2° pour incendier les bâtiments au moyen de la roche à feu ; 3° contre les troupes en rase campagne, surtout lorsque couvertes par les accidents du terrain, elles se tiennent réunies en masse à une grande distance. Les obus éclatant sur place sont très-efficaces, contre la cavalerie. Il est à désirer que leur puissance d'action soit augmentée par un tir régulier à un plus grand éloignement ; il le serait également que les obus pussent aussi être lancés avec les canons.

Portées.

578. La portée horizontale est, dans les obusiers courts, peu considérable, par suite de la faible charge. Le but en blanc, dans le sens précédemment indiqué, n'existe pas, car la ligne de mire et l'axe de l'âme sont parallèles.

Contre les objets voisins, on emploie une faible inclinaison, et, contre les constructions dans lesquelles les obus doivent rester, on tire à plus faible charge.

Contre un but éloigné, on tire à plus forte charge, sous une inclinaison plus grande, ou on cherche à

l'atteindre par le ricochet. L'obusier court de 7 livres, avec une charge de 28 lots (0 k. 490), 2 pouces de hausse ou 2° d'inclinaison, lance les obus du premier jet à 600 pas (453^m), avec 3 3/4 po. ou 6° 1/2 à 1200 pas (906^m), et avec 14° 1/4 à 1800 pas (1359^m). L'obusier court de 10 livres donne les mêmes portées; l'obusier long lance à 3000 pas (2265^m) les obus, à la charge de 2 livres (1 k. 20) et avec l'inclinaison de 14°. La plus grande portée de l'obusier court de 25 livres s'élève à 2500 pas (1888) à la charge de 2 liv. 1/2 et l'inclinaison de 20° 1/6; l'obusier long de 25 porte à 3400 pas (2,567^m) à la charge de 6 livres 1/2 (3 k. 340) et l'inclinaison de 16° 3/4. Avec les obusiers longs, les portées sont plus considérables qu'avec les courts; en employant une charge de 20 loths (0 k. 350) et 16° 3/4 d'inclinaison, avec les légers et les lourds de 7 liv., on obtient déjà une portée de 2,000 pas (1,510^m). Les premiers, à la charge de 40 loths (0 k. 700) et 18° 1/4 d'inclinaison, portent à 2,700 pas (2,039^m), et les derniers, avec 48 loths (0 k. 840) et 20° 3/4 a 3,400 pas (2567^m).

En employant le tir roulant avec les obusiers de campagne, on obtient une portée encore plus étendue, en tant que le terrain influe favorablement.

[redacted]

Dans cette espèce de tir, on ne doit jamais donner une hausse de plus de 2 p. (0^{m},0524), parce qu'autrement les hauteurs des bonds seraient trop considérables.

Dans le tir à mitraille, les portées sont, avec le long obusier de 7 livres sans hausse, de 300 pas (226^{m},50); avec 1 p. 1/2 de hausse (0^{m},0393), de 600 pas (453^{m}). Les obusiers longs conviennent essentiellement à cette espèce de tir, parce qu'ils dispersent moins les balles. Dans un terrain défavorable, on doit donner la même hausse aux obusiers qu'aux canons (§ 524).

Pour augmenter considérablement la portée des obusiers longs dans le tir à mitraille, on emploie, comme pour les canons, les obus à balles qui peuvent être lancés aussi loin que les obus. En donnant 5 pouces de hausse (ce qui est un maximum), la portée est de 1200 pas (906^{m}). On ne les emploie pas à distance moindre, parce qu'alors la fusée se règle difficilement.

Dans la guerre de siége, les batteries d'obusiers sont employées avec succès au tir à ricochet. On peut aussi avec eux, en donnant une hausse de 6 à 8 po. et employant le tir à faible charge, lancer

les projectiles à éclairer à 600 pas (453m) (1).

Probabilité du tir.

579. La probabilité du tir est encore moindre avec les obusiers courts à obus excentriques qu'avec les canons, ce qui tient, d'une part, au peu de longueur de la bouche à feu, de l'autre, à l'excentricité du projectile.

L'obusier a l'avantage de donner à la fois des

(1) ANGLES DE MIRE NATURELS ET PORTÉES DE BUT EN BLANC DES OBUSIERS EN FRANCE.

Angles de mire naturels.		Charges.	Portées.
Obusiers en bronze.			
		grammes.	mètres.
Obusier de 22 c. de siége,	1° 00	2,000	250 à 300
		1,500	215 à 240
Obusier de 16 c.,	1° 00	1,500	425 à 450
		750	250 à 270
Obusier de 15 c.,	1° 00	1,000	300 à 400
		500	240 à 260
Obusier de 12 c. de montagne,	0° 30′	270	200 à 220
Obusiers en fonte.			
Obusier de 22 c. de place.	1° 30′	3,000	465
		2,500	425
		2,000	400
Obusier de 22 c. de côte,	1° 30′	3,500	572
		2,000	469

[redacted]

feux directs comme les canons, et des feux courbes comme des mortiers.

En tirant à la distance de 600 pas (453 m.) des obus de 7 liv., les 2/3 portent dans une paroi en planches de 40 pieds (12^{m},56) de longueur et 9 pieds (2^{m},826) de hauteur. A 1200 pas (906 m.), les 3/10 seulement portent dans la cible. Si l'on dirige les coups dans un cercle de 24 pieds (7^{m},54) de diamètre, on peut, avec les obusiers courts de 7 liv., y faire tomber le 1/3 des obus. A 1200 pas (906 m.), il n'en tombe plus que le 1/12. Les autres dévient de 100 à 200 pas (75^{m},5 à 151 m.,) en longueur, ou de 40 à 50 pas (30^{m},2 à 37^{m},85) latéralement. Avec l'obusier de 10 liv., on obtient dans le but quelques coups de plus. Dans le tir à projectile roulant sur le terrain, le nombre des coups qui portent se rapproche de ce qui a été dit plus haut, si le terrain influe favorablement. Dans le cas contraire, il s'en perd de 1/3 à moitié. Dans le tir à balles, on atteint, à 300 pas (226^{m},50), un but de 6 pieds 1 m. 89 c. de hauteur, et 25 pieds (17^{m},865) de longueur avec le 1/5 du nombre des balles ; à 600 pas (453 m.) avec le 1/10.

L'obus à balles de 24, contenant 130 balles de plomb, donne 17 éclats.

Nombre de balles ou d'éclats qui ont atteint une paroi de 6 pieds (1m89) de hauteur et 90 (28m26) de longueur.

DISTANCES en pas.	en mètres.	Nombre de balles ou d'éclats.
400	302	150
600	453	100
800	604	60
1000	755	57
1200	909	45

EFFETS DU TIR DES OBUSIERS.

Puissance d'action.

580. Le recul des obusiers, notamment des obusiers courts, est considérable. Avec la plus faible charge, il est d'environ 30 p. (0m,786), et avec la plus forte, de 5 à 6 fois autant.

Les obusiers ont en général une durée suffisante, mais les affûts souvent sont promptement ruinés, par le tir à forte charge, sous des angles élevés. Les chevilles à mentonnets sont souvent brisées.

La rapidité des feux est moindre qu'avec le canon, parce que le chargement et le pointage sont plus compliqués. Il se passe, du commencement de la manœuvre jusqu'au premier coup, 108 à 120 secondes. Chaque coup d'obus ou d'obus à balles pour être bien dirigé, exige une minute; mais ce

[redacted]

temps suffirait pour tirer deux à trois coups à boîtes à balles.

581. L'enfoncement des obus, dans un milieu résistant, est moindre que celui des boulets pleins. D'après des essais, les obus de 7 et 10 liv. se brisent en un nombre de 9 à 16 morceaux de 4 loths à 2 livres (0 k. 070 à 1 k. 120), et les éclats s'étendent jusqu'à 600 pas (453 m.). Ils ont beaucoup d'effet jusqu'à 100 pas (75m5).

On a fait des épreuves sur l'action des obus contre la terre, et on a trouvé que l'obus de 6 p. à 150 pas (113 m.) de distance s'enfonce de 21 p. (0m,550) dans la terre; que l'obus de 7 liv. à 30 pas (22m,65) s'enfonce de 2 pieds 1/5 (0m,69); que celui de 10 livres s'enfonce de 3 pieds 3/4 (1m,16), et à 800 pas (604 m.) seulement de 1 pied à 1 pied 1/2 (0m,314 à 0m,471); qu'avec l'obusier long de 25 livres à la charge de 6 livres (3 k. 360) de poudre et à la distance de 800 pas (604 m.), l'obus s'enfonce encore en terre de 2 pieds 4/5 (0m,880).

En tirant, à une distance de 425 pas (319m,80), dans une paroi de pin formée de trois poutres superposées, ayant ensemble une épaisseur de 2 pieds 10 po. (0m,850), les obus de 7 livr. enfoncent de 1 pied 2 po. à 2 pieds (0m,366 à 0m,628).

Ceux de 10 l., de 1 p. à 1 p. 4 po. (0m,314 à 0m,418).

Contre une muraille, les obus ne font d'effet que tirés à proximité. Ceux de 7 liv., à la charge de 1 liv. 3/4, enfoncent de 9 po. (0m,58), et, lancés par les pièces courtes de 24, à la charge de 5 liv. 1/4 (2 k. 94), ces projectiles pénètrent de 1 pied 6 po. (0m,471). Dans le 1er cas, ils font un trou ayant 1 pied 6 po. (0m,471) de diamètre. Dans le 2e, ils en font un de 2 p. 3 po.)0m,660). A la distance de 100 pas (75m,5), une muraille de 2 à 3 pieds (0m,628 à 0m,942) d'épaisseur, surtout si elle est formée de fortes pierres de taille, résiste à tous les coups d'obus et ceux-ci se brisent.

Les obusiers longs donnent à leur projectile plus de force que les anciens. Mais on n'a pas, à ce sujet, de données suffisantes.

L'effet des boîtes à balles, dans les obusiers, ne peut être considéré comme meurtrier que jusqu'à 3 ou 400 pas (226m,50 à 302 m.). A une plus grande distance, la vitesse des balles diminue considérablement. Les obus à balles ont un effet trois à quatre fois plus grand, et on trouve qu'à 800 pas (604 m.) le tiers des balles de plomb qui se trouvaient dans l'obus atteignent non-seulement une

paroi en planches, épaisse de 3/4 po. (0^{m},0195), mais même la traversent.

La durée de combustion des projectiles à éclairer, de 7 à 10 livres, est de 2 à 3 minutes, et leur volume doit être très-petit pour pouvoir être lancé par les obusiers. Le cercle qu'ils éclairent est de 60 à 80 pas (45^{m},30 à 60^{m},40).

AUTRES BOUCHES A FEU.

Canons obusiers. Canons rayés.

582. Outre les canons, mortiers et obusiers, il existe encore quelques autres bouches à feu qui méritent d'être mentionnées.

Les caronades (fig. 106) tirent leur nom de la fonderie de Caron, en Écosse, où les premières ont été coulées en 1774. Elles sont employées à bord des vaisseaux, sur les côtes, et lancent des boîtes à balles, des projectiles incendiaires et creux, mais la plupart du temps des boulets pleins de 12 à 68 liv. (6 k,72 à 38 k,08). Elles sont pour la plupart confectionnées en fonte, de 6 à 8 calibres de longueur, présentent une chambre cylindrique assez large *a*, et, en avant, une bouche *b* que l'on ferme avec un tampon, au lieu de tourillons, une crapaudine *c* par laquelle ces bouches à feu sont

liées à leurs affûts à châssis, au moyen d'un boulon. Dans le haut du bouton de culasse *d* se trouve un anneau *e* à travers lequel se tire un câble (*brague*) destiné à empêcher le recul. Leur poids est de cinquante à soixante-dix fois celui du boulet plein.

Elles ont beaucoup de résistance, mais peu de justesse de tir. Elles fatiguent leurs affûts, et dégradent les revêtements des embrasures par suite de leur peu de longueur. Les caronades de 100 livres (56 k.) s'appellent en Amérique *colombiades*.

583. La *licorne* de l'artillerie russe a une longueur de 10 à 11 calibres et une chambre conique d'environ 2 calibres de longueur. Elle est destinée au tir des obus, mais lance aussi des boulets pleins. Adoptée en 1744 sous le nom de *Jedinarot*, elle a éprouvé beaucoup de changements dans la suite des temps. Cette bouche à feu a beaucoup d'analogie avec les obusiers longs actuellement en usage dans plusieurs États. L'artillerie de campagne russe a 2 licornes, une de 1/4 *poud*, avec le calibre de 4,66 pouces (0^{m}122), et une longueur de 11 calibres. Elle pèse 651 liv., (365 k.), et est montée sur l'affût de 6 liv. dont le poids est de 903 l. (506 k.). La licorne de 1/2 *poud* est montée sur l'affût de 12, a le calibre de 5,83 pouces, (152 mill.), la longueur de 10

calibres 1/2. La bouche à feu pèse 1,441 liv. bavaroises (807 k.), l'affût 1,143 (640 k.). Pour le service de siége et place, on emploie cette dernière licorne et en outre une troisième de 1 *poud*. Pour la guerre de montagne, indépendamment du mortier décrit ci-dessus, les Russes emploient une licorne de montagne ayant une longueur un peu au-delà de 27 pouces (707 mill.), c'est-à-dire un peu moins de 6 calibres, pesant 190 liv. (106,4 k.), montée sur un affût du même poids avec des roues de 97 1/2 liv. (55 k.).

584. Pour la guerre de montagne, on a adopté en France, un obusier spécial (fig. 109). Cette pièce de montagne a le calibre d'un canon de 12, la longueur de 7 calibres. Elle pèse 180 liv. (100k,80), son affût à roue avec la limonière, 175 liv. (98 k.); l'obus, 7 liv. 5 loths (3 k.973), et la charge, 15 loths (0 k.282). Dans les autres États, on se sert d'une pièce de montagne de 1 à 3 liv. (0 k.560 à 1 k.63) qui est plus courte et plus légère que les autres de 3 liv., et qui doit être portée par des bêtes de somme.

585. Enfin il y a lieu de mentionner le canon à bombes proposé par le général d'artillerie française Paixhans, et qui depuis 1822 a été l'objet de

nombreuses épreuves. Ce canon a été éprouvé avec chambre cylindrique, conique et sans chambre. Il a été affecté au tir rasant des bombes et projectiles creux et doit produire un effet puissant contre les vaisseaux et contre les fortifications. Cette bouche à feu construite soit en bronze, soit en fonte, a été adoptée dans presque tous les États qui ont des côtes à défendre. En Bavière, on emploie l'obusier de 25 liv. comme canon à bombes; en Prusse, on a des canons à bombes de 25 et 50 livres.

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX CANONS A BOMBES.

	CALIBRE DE 25.		CALIBRE DE 50.	
	livr.	kil.	livr.	kil.
Poids de la charge à chambre pleine	17 =	9,52	33 =	18,48
Poids du projectile creux	48 —	26,88	100 =	56
Poids de la bouche à feu	5500 =	3080	10000 =	5600

Ces bouches à feu très-lourdes recevant une très-forte charge, ont naturellement un très-fort recul, on cherche à le diminuer soit qu'on donne à l'affût des roues massives ou des roues ordinaires, soit qu'on fasse rouler le moyeu sur un châssis.

[redacted]

En outre, on cherche à limiter le recul au moyen de cordages. Malgré les difficultés de transport de pièces aussi lourdes, on a exagéré, dans plusieurs États, la force du calibre, pour obtenir au loin une grande puissance d'action.

586. L'artillerie de campagne a compté jusques à présent un obusier pour 2 ou 3 canons, et ces deux espèces de bouches à feu s'emploient simultanément pour donner la faculté d'employer, dans tous les cas, le tir des feux courbes et le tir incendiaire sur le champ de bataille. Il en résulte un double approvisionnement et souvent des erreurs qui peuvent avoir des conséquences fâcheuses dans un instant décisif. Les obusiers longs se rapprochent, il est vrai, du canon pour les formes, et ne nécessitent plus l'emploi que d'une seule espèce d'affût, mais il existe toujours dans les calibres des différences qui occasionnent des perturbations.

Depuis une vingtaine d'année, on a proposé d'adopter exclusivement comme pièce de campagne l'obusier de 7 livres, tirant des obus de ce calibre et des boulets de 24 ainsi que des boîtes à balles. Cette bouche à feu donnerait, sur les champs de bataille, une grande supériorité sur les petits calibres ennemis, mais elle nécessiterait l'emploi de

munitions plus volumineuses et rendrait l'approvisionnement plus difficile.

La pensée de n'avoir qu'une seule espèce de pièce de campagne destinée à remplacer toutes les autres, qui sont au nombre de 3 ou 4, a préoccupé beaucoup d'officiers d'artillerie et a porté à faire des épreuves avec le 12, allégé, en Angleterre et en Russie.

En Saxe, un obusier-canon de 12 liv., a subi des épreuves pendant trois ans, et a été adopté définitivement en 1851. L'âme a une longueur de 12 calibres, n'a pas de chambre. La pièce pèse 790 liv. (442 k.), et est montée sur l'affût de 6 liv. La charge, pour tous les projectiles, est de 1 liv. 25 loths (997,50). Pour les obus on transporte aussi de plus petites charges.

Mais l'attention s'est portée principalement sur l'adoption en France, en 1853, d'une seule pièce de campagne de 12 (canon obusier), établie d'après les idées de l'empereur Napoléon III. Cette pièce remplace l'obusier de 15 et 16 centimètres, le canon de 8 et même dans une certaine proportion, le canon de 12, qui n'est conservé que pour les réserves. Le canon obusier français a 14,6 calibres de longueur, sans chambre, 9 pouces de diamètre

à la bouche et 12 à la culasse, un angle de mire de 56'37" qu'on peut élever jusqu'à 14°, avec une hausse de 1 po., 9. La bouche à feu pèse 1,112 liv. (620 k.). La prépondérance à la culasse est de 144 (80 k.). Elle est montée sur l'ancien affût de 8. La propriété caractéristique de cette pièce est de n'exiger pour la charge que le 1/4 du poids du boulet au lieu du 1/3, et malgré cette réduction de produire à peu près le même effet.

587. Aujourd'hui les perfectionnements essentiels obtenus dans le tir des armes portatives rayées, l'augmentation des portées et la justesse du tir des projectiles oblongs, ont poussé à adapter un système analogue aux canons. A cet effet, on a effectué en Prusse, en Angleterre, en Suède, en France et en Sardaigne des épreuves sur une grande échelle. Elles ont constaté qu'avec des bouches à feu rayées en acier fondu et en fer coulé, on pourrait faire recouvrer à l'artillerie la supériorité que ses feux avaient sur ceux de l'infanterie.

On a muni les bouches à feu de quatre à six rayures, et on a remarqué qu'elles avaient plus de justesse de tir que les pièces neuves à boulets sphériques, seulement le chargement par la bouche, notamment des pièces de fort calibre, était très-

difficile, on était donc amené au chargement par la culasse.

Les projectiles cylindro-coniques employés avec les canons rayés, comme avec les carabines, ont de 2 fois à 2 fois 1/2 le poids des projectiles sphériques correspondants ; il en résulte que l'introduction des projectiles rayés doit porter à diminuer les calibres des bouches à feu, comme ceux des armes portatives ; car le projectile exercerait la même puissance d'action en conservant le même poids, et le transport des munitions, par suite de la diminution du calibre, serait essentiellement allégé. D'abord, les projectiles de fer étaient munis d'une enveloppe mince de plomb qui pressait dans les rayures, mais l'expérience a fait voir que cette enveloppe partait au premier choc du boulet. Ensuite on a donné aux projectiles oblongs en fer deux petites ailettes diamétralement opposées qui s'adaptaient dans les rayures; mais les ailettes ne se correspondaient pas toujours et elles attaquaient le bronze des rayures ; c'est pourquoi on les a construites en zinc. On s'occupe depuis plusieurs années de la fabrication des pièces rayées en Prusse, en France, en Angleterre et en Russie, et quoique les résultats soient tenus secrets, on sait qu'il y a dans le tir

des progrès bien constatés. Dans les premiers temps, les Français, avec des pièces de montagnes rayées, ont obtenu des résultats avantageux à une distance de plus de 2,000 pas (1,510m), dans la campagne de Kabylie. Le projectile est creux, il s'avance toujours la pointe en avant; il porte une fusée comme les obus et une capsule qui, frappant contre le but détermine, l'éclatement.

588. On a proposé aussi de charger par la culasse les bouches à feu, comme les armes portatives.

Le baron de Warendorf, propriétaire de la fonderie suédoise d'Akér, a fait couler des canons en fer de 6, de 12 et de 24, dont le diamètre intérieur au premier renfort était de quelques points plus grand que dans les autres parties de la pièce et était le plus considérable à la culasse.

La fermeture est formée par un cône tronqué, en fonte de fer, long de plus de 1 calibre, fixé solidement par un cylindre transversal, avec un très-faible vent. Warendorf employa d'abord boulets sphériques et canon lisse, ensuite il raya le canon et se servit d'un projectile oblong. Cette bouche à feu a été introduite en Suède en 1854, sous le nom de *Kammer ladungs bomben canone*. Elle est

montée sur de forts affûts de côte ou de casemate en fer coulé.

Il y a lieu de mentionner aussi le canon à bombes du major d'artillerie Sarde Cavalli, qui fit percer un canon à bombes de 8 pouces en fer coulé, sur une largeur de 6, 3 pouces. La fermeture à la culasse s'effectue par un coin de fer qu'on glisse perpendiculairement sur l'axe de l'âme. Ce coin tourne en arrière sa face inclinée et a aux deux extrémités des poignées. Cette pièce est aussi montée sur un affût spécial.

Enfin, l'Américain Castmann a construit des bouches à feu, de fonte de fer, du calibre des canons à bombes, qui peuvent se charger par derrière et où la fermeture à la culasse est formée par une énorme vis qui s'adapte facilement à la bouche à feu.

Le poids de ce canon est de 16 tonnes 1/2 (295 quintaux), celui de la culasse de 5 tonnes (8,937 livres). La longueur de l'âme est de 12 pieds et le calibre de 3 pièces est de 8 pouces 2/4 et des trois autres de 6 8/4; chaque bouche à feu est munie de rayures dont la largeur est égale à l'intervalle plein. Les essais faits en Angleterre avec ces pièces ont donné des résultats satisfaisants.

(La suite à un prochain numéro).

[redacted]

ÉTUDES

SUR

LA TRAJECTOIRE

QUE DÉCRIVENT LES PROJECTILES OBLONGS

PAR LE COMTE PAUL DE SAINT-ROBERT.

SECONDE PARTIE.

La détermination du mouvement des projectiles oblongs, lancés par les armes à feu rayées, est un problème très-complexe qui, pris dans toute sa généralité, présente de grandes difficultés. Dans la première partie de ces études (1) nous avons tâché de le préciser, d'en démêler les éléments les plus essentiels, de le dégager de ce qui ne peut être résolu dans l'état actuel de nos connaissances sur la manière dont l'air agit sur les différents points de la surface du projectile. Ainsi dégagé de toutes les circonstances secondaires, qui ne peuvent avoir qu'une influence assez petite sur le résultat final, le problème devient

(1) Voyez le *Journal des Sciences militaires*. nº de mai 1859.

nous ne dirons pas, certes, facile à résoudre, mais du moins attaquable par l'analyse mathématique.

Nous avons fait voir qu'en négligeant le frottement de l'air et l'inégalité des pressions de ce fluide, dus au mouvement de rotation, on pouvait réduire les forces qui agissent sur le projectile à trois forces appliquées à son centre de gravité et à un couple, savoir : 1° le poids du projectile ; 2° la résistance de l'air estimée suivant l'axe de figure du projectile ; 3° la résistance estimée suivant une normale à cet axe ; 4° un couple dû au transport de la résistance de l'air au centre de gravité.

Nous nous sommes occupés du cas où le projectile a la forme d'un cylindre droit et le couple est nul, ou, en d'autres termes, la résistance de l'air passe constamment par le centre de gravité. Il s'agit maintenant de nous occuper du cas général où le couple n'est point nul ; mais avant d'aborder cette question nous allons considérer le cas où, le couple étant toujours nul, l'axe du projectile et la direction de la vitesse initiale du centre de gravité ne sont point dans le même plan vertical. C'est une introduction nécessaire au cas général.

I

Un projectile cylindrique, dont le centre de gravité est au milieu de l'axe, doué d'un mouvement de rotation autour du même axe, étant lancé dans l'air avec une vitesse donnée, dans une direction quelconque, déterminer son mouvement.

Il est d'abord évident que l'axe du projectile se conservera parallèle à lui-même pendant toute la durée du mouvement, et que la rotation autour de cet axe ne recevra aucune altération, car il n'existe aucune cause pour modifier la direction de l'axe et la rotation.

Nous avons vu dans la première partie de ces études que les deux composantes de la résistance de l'air sont :

$$mg\frac{u^2}{k^2}\cos^2\delta$$

suivant l'axe, et

$$mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta$$

suivant une normale à l'axe comprise dans le plan de celui-ci et de la direction de la vitesse du centre de gravité ; en désignant par mg le poids du projectile, par u la vitesse du centre de gravité, par k, l deux

coefficients numériques donnés, par δ l'angle que forme la direction de la vitesse u avec l'axe du projectile.

Prenons pour origine le centre de gravité du projectile au point de départ; pour axe des x l'axe de figure du projectile dans sa position initiale; pour axe des y une perpendiculaire à l'axe des x comprise dans le plan vertical passant par celui-ci; pour axe des z une perpendiculaire au plan des xy. Les x seront comptées comme positives en allant du centre de gravité vers la partie antérieure du projectile; les y seront comptées comme positives de haut en bas; les z seront comptées comme positives à la gauche de l'observateur placé à l'origine et tourné vers la trajectoire.

Soit ψ l'angle que fait l'axe du projectile avec la verticale, angle compté à partir du zénith, et s'étendant depuis zéro jusqu'à 180°. D'après ce que nous avons dit ci-dessus, cet angle est constant pendant toute la durée du mouvement. Désignons par ε l'angle que fait avec l'axe des y la projection de la direction de la vitesse u sur le plan des yz. Cet angle sera compté à partir de l'axe des y en allant ver l'axe des z, et pourra s'étendre depuis zéro jusqu'à 360°.

Les projections de la vitesse u sur les trois axes des x, des y, des z sont :

$$u \cos \delta, \quad u \sin \delta \cos\ , \quad u \sin \delta \sin \varepsilon.$$

[redacted]

Les projections de la force mg sur les mêmes axes sont :

$$mg\cos\psi,\quad mg\sin\psi,\quad \text{zéro}.$$

Celles de la force

$$mg\frac{u^2}{k^2}\cos^2\delta$$

sont :

$$mg\frac{u^2}{k^2}\cos^2\delta,\quad \text{zéro},\ \text{zéro}.$$

Celles de la force

$$mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta$$

sont :

$$\text{zéro},\quad mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta\cos\varepsilon,\quad mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta\sin\varepsilon.$$

Les équations du mouvement de translation sur les trois axes des x, des y, des z seront donc :

$$m\frac{d(u\cos\delta)}{dt} = -mg\cos\psi - mg\frac{u^2}{k^2}\cos^2\delta,$$

$$m\frac{d(u\sin\delta\cos\varepsilon)}{dt} = mg\sin\psi - mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta\cos\varepsilon,$$

$$m\frac{d(u\sin\delta\sin\varepsilon)}{dt} = -mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta\sin\varepsilon.$$

La première de ces trois équations représente le mouvement du projectile qui glisserait sans frottement sur l'axe des x en le touchant toujours par sa

génératrice; les deux autres équations représentent le mouvement du projectile qui glisserait sans frottement sur le plan des yz en le touchant toujours par sa base.

On peut se former une idée nette du mouvement du projectile libre en concevant deux autres projectiles égaux : le premier enfilé suivant son axe de figure sur l'axe des x, auquel on imprime une vitesse initiale égale à la projection sur l'axe des x de la vitesse initiale du projectile libre ; le second assujetti à glisser par sa base plane sur le plan des yz, auquel on imprime une vitesse initiale égale à la projection sur ce plan de la vitesse du projectile libre. Ces deux projectiles assujettis, l'un à glisser sans frottement sur l'axe des x, l'autre à glisser sans frottement sur le plan des yz, seront, pendant toute la durée du mouvement, les projections du projectile lancé librement dans l'air.

Ces deux mouvements des projections du mobile sur l'axe des x et sur le plan des yz, sont indépendants l'un de l'autre; les formules ordinaires de la balistique des projectiles sphériques leur sont applicables. Nous n'entrerons point ici dans les développements de calcul qu'on peut trouver dans les traités de mécanique rationnelle, et nous donnerons seulement le résultat final.

Le mouvement sur l'axe des x sera déterminé par les équations (1).

$$u\cos\delta = k\sqrt{\cos\psi}\,\operatorname{tang}\left(a - \frac{gt}{k}\sqrt{\cos\psi}\right),$$

$$x = \frac{k^2}{g}\log\frac{\cos\left(a - \frac{gt}{k}\sqrt{\cos\psi}\right)}{\cos a},$$

en désignant par a une constante telle qu'on ait

$$\operatorname{tang} a = \frac{u_0\cos\delta_0}{k\sqrt{\cos\psi}},$$

u_0 et δ_0 étant les valeurs initiales de u et δ.

Dans le cas de

$$\psi = \frac{\pi}{2},$$

on aurait :

$$u\cos\delta = \frac{u_0}{1 + \frac{gu_0}{k^2}t},$$

$$x = \frac{k^2}{g}\log\left(1 + \frac{gu_0}{k^2}t\right).$$

Dans le cas de

$$\psi > \frac{\pi}{2},$$

on aurait

$$u\cos\delta = k\sqrt{-\cos\psi}\,\operatorname{tang}h a\left(a + \frac{gt\sqrt{-\cos\psi}}{k}\right)$$

$$x = \frac{k^2}{g}\log\frac{\cos h\left(a + \frac{gt\sqrt{-\cos\psi}}{k}\right)}{\cos h a},$$

(1) Voyez page 28, première partie.

où l'on a fait :

$$\tang ha = \frac{u_0}{k\sqrt{-\cos\psi}}.$$

Nous employons ici la notation qui commence à se généraliser

$$\sin ha = \frac{e^a - e^{-a}}{2}, \quad \cos ha = \frac{e^a + e^{-a}}{2};$$

ce sont ce qu'on appelle le *sinus* et le *cosinus hyperboliques*, liés l'un à l'autre par l'équation.

$$\cos h^2 a - \sin h^2 a = 1.$$

Le mouvement sur le plan des yz sera déterminé par les formules :

$$u \sin \delta = \frac{l\sqrt{\sin}}{\sin\varepsilon\left(\dfrac{l^2 \sin\psi}{u_0^2 \sin^2\delta_0 \sin^2\varepsilon_0} + 2\displaystyle\int_\varepsilon^{\varepsilon_0} \frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon}\right)^{\frac{1}{2}}},$$

$$y = \frac{l^2}{g}\int_\varepsilon^{\varepsilon_0} \frac{\cos\varepsilon\, d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon\left(\dfrac{l^2\sin\psi}{u_0^2 \sin^2\delta_0 \sin^2\varepsilon_0} + 2\displaystyle\int_\varepsilon^{\varepsilon_0}\frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon}\right)},$$

$$z = \frac{l^2}{g}\int_\varepsilon^{\varepsilon_0} \frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon\left(\dfrac{l^2\sin\psi}{u_0^2 \sin^2\delta_0 \sin^2\varepsilon_0} + 2\displaystyle\int_\varepsilon^{\varepsilon_0}\frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon}\right)},$$

$$t = \frac{l}{g\sqrt{\sin\psi}}\int_\varepsilon^{\varepsilon_0} \frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon\left(\dfrac{l^2\sin\psi}{u_0^2 \sin^2\delta_0 \sin^2\varepsilon_0} + 2\displaystyle\int_\varepsilon^{\varepsilon_0}\frac{d\varepsilon}{\sin^3\varepsilon}\right)^{\frac{1}{2}}}.$$

Ces formules nous fournissent la vitesse sur le plan

des yz, les coordonnées y, z et le temps t en fonction de l'inclinaison ε de la tangente à la projection de la trajectoire sur le plan des yz. L'élimination de l'angle ε, après l'intégration, donnerait y et z en fonction de t. La seconde intégration n'est point possible sous forme finie; mais on ne manque pas de méthodes pour calculer numériquement les deux coordonnées du mobile en poussant les approximations aussi loin qu'on veut.

II

Un solide de révolution qui a reçu une très-grande vitesse de rotation autour de son axe de figure, est lancé dans l'air. On propose de déterminer le mouvement.

Avant d'aborder la solution du problème proposé, il sera fort utile d'établir quelques notions préliminaires. Nous puiserons largement dans les admirables écrits de l'illustre Poinsot, qui ont répandu une si vive lumière sur l'obscure question du mouvement de rotation.

Nous représenterons les vitesses de rotation par des droites proportionnelles, les couples par des droites proportionnelles à leurs moments et perpendiculaires à leurs plans. Ces droites ou axes seront dirigés de manière qu'un observateur dont les pieds

seraient à l'origine de l'axe, et qui serait appuyé contre celui-ci, verrait la rotation se faire devant lui, de sa droite à sa gauche. On sait que ces droites se composent suivant la loi du parallélogramme, comme si elles représentaient des forces.

Nous disposerons toujours les axes des coordonnées de manière que la rotation de droite à gauche, autour des trois demi-axes des z, des x, des y positives, amène l'axe des x positives vers l'axe des y positives, l'axe des y positives vers l'axe des z positives, l'axe des z positives vers l'axe des x positives.

Ces conventions posées, nous allons considérer le mouvement autour du centre de gravité d'un corps de révolution, ou en général d'un corps quelconque doué de deux moments égaux d'inertie.

Quel que soit le mouvement d'un corps autour d'un point O, si on ne le regarde que durant un instant, il n'est autre chose qu'une simple rotation autour d'un certain axe OI passant par le point O. Cet axe change de position d'un instant à l'autre et prend pour cela le nom d'axe *instantané*. Il décrit dans l'espace une certaine surface conique ayant pour sommet le point O; et dans l'intérieur du corps une autre surface conique de même sommet.

On a une image fidèle du mouvement du corps en concevant que le second cône, considéré comme at-

[redacted]

taché au corps et l'entraînant avec lui, roule sans glisser sur l'autre cône qui est fixe dans l'espace absolu.

Soit OA l'axe de figure du corps, et A le moment d'inertie autour de cet axe. Nous supposons que tous les moments d'inertie soient égaux entre eux et à B, autour de tous les axes menés par le point O perpendiculairement à l'axe OA. Tous ces autres axes formeront un plan que nous nommerons l'*équateur* du corps.

Soit OG l'axe du couple qui, en agissant pendant l'unité de temps avec la même intensité et la même direction par rapport au corps, aurait produit la rotation dont est animé le corps (1).

(1) Ce couple remplace celui que Poinsot appelle *couple d'impulsion* ou *couple qui anime le corps*. De même qu'on n'admet plus, et nous pensons avec raison, dans les Traités de mécanique récents, les *forces instantanées* et les *forces accélératrices*, et que le mot *force* ne sert plus qu'à désigner une *pression* ou une *traction* qui s'évalue en unités de poids; de même, croyons-nous, doit-on bannir les *couples d'impulsion* et les *couples accélérateurs*, et restreindre la signification de couple à l'ensemble de deux pressions ou tractions égales, parallèles et contraires, mais non appliquées au même point. Alors le couple d'impulsion ou de percussion est remplacé par le couple qui, en agissant avec la même direction et intensité pendant l'unité de temps, produit le mouvement dont le corps est animé. De même qu'on a donné le nom d'*accélération* à la quantité $\frac{dv}{dt}$, de même faut-il appeler *accélération angulaire* la quantité $\frac{d\omega}{dt}$ (v vitesse, ω vitesse angulaire, t temps).

Si, à l'instant qu'on considère, le corps était abandonné à lui-même, l'axe instantané OI décrirait dans l'intérieur du corps, un cône droit et circulaire autour de l'axe OA; et, dans l'espace absolu, un autre cône droit et circulaire autour de l'axe OG qui resterait fixe : et le mouvement du corps serait exactement le même que si le premier cône IOA, considéré comme attaché au corps, roulait uniformément sans glisser sur la surface du cône fixe IOG. Tel est le mouvement que suivrait le corps s'il était libre de toute action étrangère : c'est la rotation *naturelle* d'un corps qui a reçu, par des causes quelconques, une rotation autour d'un axe OI, et qui reste abandonné à sa propre inertie ; et cette rotation simple est à la rotation quelconque d'un corps, ce que le mouvement uniforme d'un point en ligne droite est au mouvement de ce point en ligne courbe.

Mais si le corps, au lieu d'être abandonné à lui-même, est soumis à l'action continuelle d'un couple étranger K, ce couple fera naître, à chaque instant dt, une vitesse de rotation infiniment petite $d\chi$ qui se composera avec la rotation ω du corps et fera varier continuellement l'axe et la grandeur de ω; de sorte que l'axe instantané OI ne décrira plus le même cône dans l'intérieur du corps, ni le même cône dans l'espace absolu.

[redacted]

Or, dans la question qui nous occupe, nous avons vu dans la première partie que l'axe du couple étranger qui sollicite le projectile et qui provient de la résistance de l'air est constamment perpendiculaire à l'axe de figure OA. Il n'est donc autre chose qu'un des diamètres de l'équateur et, par conséquent, un axe principal du projectile, autour duquel le moment d'inertie est B. Ce couple ne peut donc tendre qu'à faire tourner, à chaque instant, sur son axe OK lui-même, et à produire une certaine accélération angulaire

$$\frac{d\chi}{dt}=\frac{K}{B}.$$

Imaginons maintenant que la vitesse angulaire infiniment petite $d\chi$ vienne, à chaque instant, se composer avec la rotation finie ω que possède le corps, pour en troubler l'axe et la grandeur ; il est visible que dans le parallélogramme construit sur les deux lignes qui représenteraient ces vitesses angulaires ω et $d\chi$, la diagonale ω', qui représentera la vitesse de rotation au bout d'un instant, donnera, si on la projette sur l'axe OA du projectile, une projection

$$\omega' \cos \widehat{I'OA}$$

parfaitement égale à la projection

$$\omega \cos \widehat{IOA}$$

que donne le côté ω de ce parallélogramme.

D'où l'on voit que si par l'accession continuelle du couple K, la rotation du mobile change à chaque instant de grandeur ω et d'inclinaison, ces variations sont telles que le produit

$$\omega \cos \widehat{IOA}$$

ne varie point.

Ainsi *la rotation du projectile, estimée autour de son axe de figure, demeure constante dans tout le cours du mouvement.*

On doit remarquer que ce théorème ne dépend ni de la loi de la résistance de l'air, ni de la forme de la section méridienne du projectile.

Si l'on suppose qu'à l'origine du mouvement, la rotation initiale ω_0 a lieu exactement autour de l'axe de figure du projectile, ou, autrement dit, si l'on fait abstraction du petit écart qui pourra exister à la bouche de l'arme entre l'axe de figure et l'axe de rotation du projectile, alors la vitesse angulaire de rotation du projectile estimée autour de l'axe de figure, demeurera égale à ω_0 dans tout le cours du mouvement.

La vitesse de rotation ω_0 dont est animé le projectile, en sortant des armes rayées, est très-grande, à cause de la grandeur de la vitesse de projection u_0, à moins que l'inclinaison des hélices ne soit très-faible.

[redacted]

Soit p le pas de l'hélice, ou le pas du dernier élément de l'hélice à la bouche de l'arme, si l'hélice n'a pas une inclinaison constante dans toute la longueur du canon, ou, autrement dit, soit p la longueur de la portion de l'axe du canon, pour laquelle l'hélice à la bouche, prolongée, ferait un tour entier. Au sortir de l'arme, le centre de gravité O du projectile parcourra pendant un temps infiniment court dt une longueur $u_0\,dt$ sur l'axe de l'arme; dans le même temps, la fraction d'un tour entier qu'il achèvera, sera donc à la circonférence 2π, comme $u_0\,dt$ est à p, ou égal à

$$\frac{2\pi u_0\,dt}{p};$$

par conséquent, en divisant par dt, on aura

$$\omega_0 = \frac{2\pi u_0}{p}$$

pour la vitesse angulaire de rotation dont le projectile se trouvera animé en sortant de l'arme et qui aura lieu autour de l'axe de celle-ci que nous supposons coïncider avec l'axe de figure du projectile. D'après cette valeur de ω_0, le projectile fera sur lui-même, dans chaque unité de temps, un nombre de révolutions égal à

$$\frac{u_0}{p},$$

ou, autrement dit, la durée de chaque révolution aura

$$\frac{p}{u_0}$$

pour valeur.

Pour la carabine *Dixon*, on a :

$$u_0 = 377^m, \quad p = 0^m,99.$$

Avec ces données, on trouve pour la vitesse angulaire de rotation

$$\omega_0 = 2392^m,7$$

qui correspond à 381 tours par seconde.

Pour l'obusier de campagne du calibre de 0^{m}865, on a

$$u' = 370^m, \quad p = 2^m,25,$$

donc

$$\omega_0 = 1033^m,2,$$

ou bien 164 tours par seconde.

De ce que la vitesse angulaire autour de l'axe de figure, qui demeure constante dans tout le cours du mouvement, est une très-grande quantité, il s'en suit que l'axe instantané OI, qui coïncidait à l'origine avec l'axe de figure OA, doit s'en écarter constamment très-peu, ou, en d'autres termes, la distance angulaire du pôle I au pôle A est toujours très-petite.

Afin de simplifier le problème proposé, nous sup-

[redacted]

poserons que l'axe instantané OI coïncide constamment avec l'axe de figure OA.

En réalité, quelque grande que puisse être la vitesse angulaire de rotation autour de l'axe de figure, l'axe instantané de rotation OI n'est pas le même que l'axe OA de figure : il décrit autour de celui-ci, dans l'intérieur du corps, un très-petit cône qui roule sans glisser sur le cône qu'il décrit dans l'espace absolu. Mais ces deux axes demeurent toujours très-voisins et peuvent être regardés comme à peu près confondus en un seul, quand il ne s'agit que d'étudier les mouvements de ces axes dans l'espace absolu.

Cette hypothèse posée, voyons l'effet du couple K sur la direction de l'axe de figure du projectile. Pour cela, imaginons qu'à partir du centre de gravité O du projectile, on porte sur son axe de rotation et de figure, qui sont confondus en un seul, une ligne OI qui représente la grandeur de la vitesse angulaire de rotation ω, et sur une perpendiculaire à l'axe OI et à la direction de la vitesse u, une ligne infiniment petite $d\chi$ qui représente la vitesse angulaire engendrée par le couple K dans le temps infiniment petit dt. Si, sur ces deux lignes ω et $d\chi$, on achève le rectangle, il est clair que la diagonale OI' sera la direction de l'axe de rotation au bout de l'instant dt. Or, l'angle

$d\mu$ que cette diagonale OI' fait avec le côté OI est évidemment

$$\frac{\mathrm{II}'}{\mathrm{OI}},$$

et, par conséquent, on a

$$d\mu = \frac{d\chi}{\omega}$$

pour l'angle dont l'axe de rotation ou de figure du projectile s'incline sur lui-même en un instant dt.

Si l'on projette cet angle sur un plan perpendiculaire à la direction de la vitesse u, et qu'on désigne sa projection par $d\nu$, on aura

$$d\nu = \frac{\mathrm{II}'}{\mathrm{OI}\sin\delta} = \frac{d\chi}{\omega\sin\delta},$$

car II' est parallèle à ce plan, et δ est l'angle que fait OI avec la direction de u. C'est l'expression de l'angle infiniment petit que décrit en un instant dt la projection de l'axe du projectile sur le plan normal à la trajectoire. Donc, si l'on considère la vitesse angulaire avec laquelle la projection de l'axe de figure tourne sur le plan normal, ou, si l'on veut, la vitesse angulaire du pôle du projectile autour de la tangente à la trajectoire, on aura pour cette vitesse angulaire

$$\frac{d\nu}{dt} = \frac{1}{\omega\sin\delta}\,\frac{d\chi}{dt};$$

ou bien, en mettant dans cette expression, au lieu

de $\frac{d\gamma}{dt}$, sa valeur trouvée précédemment, on aura

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{K}{nB\sin\delta}$$

pour la vitesse angulaire du pôle du projectile autour de la tangente à la trajectoire.

Cette vitesse angulaire étant en raison inverse de la vitesse angulaire de rotation constante ω, il s'ensuit qu'elle est en général très-petite, car celle-ci est dans notre cas très-grande.

Le sens de ce mouvement conique de l'axe de figure du projectile autour de l'élément de la courbe que décrit son centre de gravité, dépend du sens du couple K. Toutes les fois que le couple K tend à *éloigner* l'axe de figure du projectile de la tangente, ou, ce qui revient au même, à *relever* le plan de l'équateur du projectile sur le plan normal à la trajectoire, il est visible que le mouvement angulaire du pôle du projectile autour de la tangente à la trajectoire se fait dans le même sens que la rotation du projectile estimée autour de la même tangente, sens de mouvement qu'on prend pour terme de comparaison, et qu'on appelle le sens *direct*, de sorte que dans ce premier cas, le mouvement de l'axe de figure autour de la tangente est *direct*.

Au contraire, le mouvement est *rétrograde* ou se fait en sens opposé à celui de la rotation ω, toutes les

fois que le couple K tend à *rapprocher* l'axe de figure du projectile de la tangente à la trajectoire, ou, ce qui revient au même, à *coucher* l'équateur du projectile sur le plan normal à la trajectoire.

Dans la question qui nous occupe, le sens du couple K dépend évidemment de la position, par rapport au centre de gravité, du point où la résistance de l'air vient couper l'axe de figure du projectile.

Pour abréger le discours, nous appellerons dorénavant *centre de résistance* le point de l'axe de figure du projectile par lequel passe la résultante de toutes les pressions exercées sur la surface du projectile, par l'action de l'air, quelle que soit la position du projectile.

Si le centre de résistance se trouve devant le centre de gravité, c'est-à-dire plus près de la partie antérieure que celui-ci, le couple K tendra à éloigner l'axe du projectile de la tangente, de sorte que le mouvement conique de l'axe de figure autour de la tangente sera *direct*.

Si le centre de résistance est derrière le centre de gravité, c'est-à-dire plus près de la partie postérieure du projectile que celui-ci, le couple K tendra à rapprocher l'axe de figure du projectile de la tangente à la trajectoire, de sorte que le mouvement conique sera *rétrograde*.

D'après tout ce qui précède, l'idée qu'on doit se

faire du mouvement d'un projectile lancé par une arme rayée est la suivante :

Tandis que le centre de gravité du projectile parcourt la trajectoire, celui-ci tourne uniformément sur son axe de figure, qui reste immobile dans son intérieur et qui tourne lentement dans l'espace autour de la tangente à la trajectoire.

Ce mouvement conique de l'axe du projectile autour de la tangente à la trajectoire que décrit son centre de gravité, est analogue à ce mouvement de l'axe de la terre autour de l'axe de l'écliptique qui fait la *précession des équinoxes*. Notre couple K, provenant de la résistance de l'air, est remplacé, dans le cas de la terre, par un couple provenant de l'attraction du soleil et de la lune sur les différentes parties du sphéroïde terrestre, transportée au centre de gravité de celui-ci ; couple qui tend toujours à coucher l'équateur terrestre sur le plan de l'écliptique. En vertu de ce couple, pendant que la terre tourne en un jour sur son axe de figure, cet axe tourne lui-même en sens contraire autour de l'axe de l'écliptique sur lequel il est incliné de 23° 27′ environ, et avec une vitesse angulaire telle qu'il accomplit une révolution dans un temps de 25 à 26 mille ans.

Il ne faudrait pourtant point pousser trop loin cette comparaison entre le mouvement conique de l'axe du

projectile et le mouvement conique de l'axe de la terre qui produit la précession des équinoxes, car dans celui-ci, le mouvement est uniforme et l'ouverture du cône décrit se conserve constante et égale à 47° à peu près, tandis que dans celui-là le mouvement est variable et l'ouverture du cône change sans cesse.

Le mouvement conique de l'axe de figure du projectile nous explique la cause des déviations permanentes observées dans le tir des armes à feu rayées.

Il est d'abord clair qu'à cause de la rotation de l'axe de figure du projectile autour de la tangente à la trajectoire, le projectile vient se présenter de travers à l'action de l'air, et doit, par conséquent, être dévié de côté.

Dans le cas ordinaire des armes rayées, la rotation a lieu de droite à gauche autour de l'axe du projectile dirigé vers la partie antérieure (selon les conventions posées plus haut).

Alors, si le centre de résistance est placé devant le centre de gravité, l'axe commencera par s'incliner vers la droite de la trajectoire, de telle sorte que le projectile se présentera de flanc à la résistance de l'air, et sera par suite dévié à droite. Si, au contraire, le centre de résistance est placé derrière le centre de gravité, l'axe s'inclinera au commencement vers la

gauche, et la déviation aura lieu à gauche. Il est inutile d'ajouter que la déviation serait nulle, si le centre de résistance tombait sur le centre de gravité.

Dans le cas de la rotation de gauche à droite autour de l'axe dirigé vers la partie antérieure du projectile, ou, ce qui revient au même, de la rotation de droite à gauche autour de l'axe dirigé vers la partie postérieure, la déviation sera à gauche ou à droite, suivant que le centre de résistance tombera devant ou derrière le centre de gravité.

On doit observer, au reste, qu'après une demi-révolution de l'axe du projectile autour de la tangente à la trajectoire, la pointe du projectile passera de l'autre côté de la trajectoire, et par là la déviation changera de direction ; mais la durée du trajet du projectile est ordinairement trop courte pour que cet effet se produise, car le mouvement conique de l'axe est très-lent.

La déviation permanente observée dans le tir des armes à feu rayées a reçu en France le nom de *dérivation.*

On a cru, au commencement, voir la cause de ce phénomène dans le frottement de l'air condensé sur la partie inférieure du projectile ; mais cette explication, quoique assez plausible au premier abord, ne supporte pas un examen approfondi. Dans la note A

nous avons essayé de la réfuter à l'aide de l'examen des résultats d'expériences de tir.

M. Magnus, savant physicien de Berlin, a eu le premier l'idée heureuse de chercher la cause de ce phénomène dans le mouvement latéral de l'axe de figure du projectile, mouvement produit par la résistance de l'air appliquée à un point autre que le centre de gravité. A l'aide d'ingénieux appareils, il a reproduit non-seulement la dérivation des projectiles oblongs, mais encore les déviations dues au mouvement de rotation des projectiles sphériques qu'on faisait dépendre aussi du frottement de l'air condensé.

Après ces irrécusables expériences, publiées en 1852, on ne saurait hésiter à abandonner désormais l'ancienne explication qui attribuait tous ces phénomènes au frottement de l'air.

On pourrait se demander comment il se fait que la dérivation observée dans la pratique ait toujours lieu à droite de l'observateur placé derrière la pièce, quoiqu'on cherche, en général, à porter le centre de gravité des projectiles aussi près de la pointe qu'il est possible. Pour nous expliquer la constance du sens de la dérivation, il faut remarquer qu'à cause de la forme conique ou ovoïde de la partie antérieure du projectile et de la forme cylindrique du corps, il arrive qu'au commencement du mouvement, lorsque

[redacted]

l'angle que forme l'axe de figure du projectile avec l'élément de la trajectoire du centre de gravité est encore très-petit, le centre de résistance du projectile entier est fort près du centre de résistance de la partie conique ou ovoïde. En effet, comme on peut le voir dans la note B, la résistance normale à l'axe de figure sur la partie cylindrique est proportionnelle à

$$\sin^2 \delta,$$

tandis que celle sur la partie conique ou ovoïde, pour des angles δ très-petits, est proportionnelle à

$$\sin \delta \cos \delta;$$

de telle sorte que ces deux résistances normales peuvent être représentées par

$$m \sin^2 \delta \quad \text{et} \quad n \sin \delta \cos \delta,$$

où m et n dépendent des dimensions du projectile. La première est appliquée au milieu de la partie cylindrique, la seconde au centre de résistance de la partie antérieure. Si l'on désigne par a la distance entre ces deux centres de résistance, on aura pour la distance du centre de résistance de la partie conique ou ovoïde au centre de résistance du projectile entier l'expression

$$\frac{a \operatorname{tang} \delta}{\operatorname{tang} \delta + \frac{n}{m}}.$$

On voit par là que tant que δ est petit, cette distance est très-petite.

Il s'ensuit qu'à moins de faire coïncider le centre de gravité du projectile avec le centre de résistance de la partie antérieure, ou de le porter en avant de ce point, il arrivera toujours qu'au commencement du mouvement, le centre de résistance du projectile entier tombera devant le centre de gravité, et par conséquent, que la dérivation commencera à se faire vers la droite.

A mesure que l'inclinaison de l'axe de figure sur la tangente à la trajectoire augmentera, le centre de résistance se rapprochera du centre de gravité, il pourra même l'atteindre et passer de l'autre côté, pour certaines formes de projectiles : alors la dérivation pourra changer de sens. Mais il paraît qu'avec les formes ordinaires qu'on donne aux projectiles, cet effet ne se produit pas, ou, s'il se produit, il n'a pas le temps de compenser la dérivation qui a déjà eu lieu à droite.

L'image que nous avons donnée du mouvement du projectile, va nous permettre de calculer par points sa trajectoire, c'est-à-dire, de déterminer, à chaque instant, la position de son centre de gravité ainsi que la direction de son axe de figure.

Pendant un temps très-court on peut supposer que

[redacted]

l'axe du projectile se conserve parallèle à lui-même, et n'avoir égard, pendant ce temps très court, qu'au mouvement de translation. On supposera ensuite qu'au bout de ce temps, l'axe du projectile tourne instantanément, autour de la tangente à la trajectoire, de la quantité angulaire relative à ce temps. En procédant de cette manière de proche en proche, à partir de l'origine, ona ura, dans chaque point de sa course, la position du centre de gravité et la direction de l'axe du projectile.

Soit O′ la position du centre de gravité du projectile au bout du temps t ; O′ x' la position de l'axe de figure. Concevons par cet axe un plan vertical et dans ce plan une perpendiculaire O′ y' à l'axe de figure, qui soit dirigée de haut en bas. Tirons un axe O′ z' horizontal et dirigé vers la gauche de la trajectoire.

Soit φ l'angle que fait l'axe O′ x' avec la verticale ; θ l'angle que fait l'axe O′ z' avec l'axe fixe Oz. Ces trois axes des coordonnées O′ x', O′y', O′z', qui ne sont qu'instantanés, seront complétement définis, par rapport aux axes fixes Ox, Oy, Oz, au moyen des angles φ et θ.

Nous désignerons par δ l'angle que fait la direction de la vitesse u du centre de gravité avec l'axe O′x', et ε l'angle que sa projection sur le plan des y' z' fait avec l'axe O′ y'.

Cela étant, si nous supposons que pendant le temps très-court Δt, le couple K n'agisse point, les formules données au § 1er nous fourniront les accroissements

$$\Delta(u \cos \delta), \quad \Delta(u \sin \delta)$$

des projections de la vitesse sur l'axe de figure et sur le plan de l'équateur, ainsi que les accroissements

$$\Delta \delta, \quad \Delta \varepsilon$$

des angles δ et ε, et les valeurs de

$$\Delta x', \quad \Delta y', \quad \Delta z'.$$

En projetant celles-ci sur les axes fixes des coordonnées, on aura les accroissements

$$\Delta x, \quad \Delta y, \quad \Delta z$$

des coordonnées de la trajectoire par rapport aux axes fixes.

Si nous désignons par α, α', α'' les cosinus des angles que forme $O'x'$ avec les axes fixes Ox, Oy, Oz ; par β, β', β'' les cosinus des angles que forme $O'y'$ avec les axes fixes ; par γ, γ', γ'' les cosinus des angles que forme $O'z'$, nous aurons

$$\begin{aligned}
\Delta x &= \alpha\, \Delta x' + \beta\, \Delta y' + \gamma\, \Delta z', \\
\Delta y &= \alpha' \Delta x' + \beta' \Delta y' + \gamma' \Delta z', \\
\Delta z &= \alpha'' \Delta x' + \beta'' \Delta y' + \gamma'' \Delta z'.
\end{aligned}$$

On sait d'ailleurs par les formules connues

d'Euler pour la transformation des coordonnées, que

$$\begin{aligned}
\alpha &= \cos\theta \sin\psi \sin\varphi + \cos\psi \cos\varphi,\\
\beta &= \cos\theta \sin\psi \cos\varphi - \cos\psi \sin\varphi,\\
\gamma &= \sin\theta \sin\psi,\\
\alpha' &= \cos\theta \cos\psi \sin\varphi - \sin\psi \cos\varphi,\\
\beta' &= \cos\theta \cos\psi \cos\varphi + \sin\psi \sin\varphi,\\
\gamma' &= \sin\theta \cos\psi,\\
\alpha'' &= -\sin\theta \sin\varphi,\\
\beta'' &= -\sin\theta \cos\varphi,\\
\gamma'' &= \cos\theta.
\end{aligned}$$

Avant de calculer l'élément suivant de la trajectoire, il faudra incliner instantanément l'axe de figure de la quantité due à l'action du couple K pendant le temps Δt. Concevons qu'après ce mouvement on mène de la même manière qu'auparavant trois nouveaux axes $O''x''$, $O''y''$, $O''z''$. Pour trouver les variations que subissent les angles ε, φ, θ en passant des axes Ox', $O'y'$, $O'z'$, aux axes $O''x''$, $O''y''$, $O''z''$, décomposons la vitesse de rotation

$$\frac{dv}{dt},$$

autour de la tangente à la trajectoire, en trois autres vitesses de rotation autour des axes $O'x'$, $O'z'$ et de la verticale ; il est clair que la première sera égale à

$$\frac{d\varepsilon}{dt},$$

la seconde à

$$\frac{d\varphi}{dt},$$

et la troisième à

$$\frac{d\theta}{dt}.$$

Pour exécuter cette décomposition, commençons par projeter

$$\frac{d\nu}{dt}$$

sur les trois axes orthogonaux $O'x'$, $O'y'$, $O'z'$; ensuite, décomposons la projection sur $O'y'$ en deux composantes suivant $O'x'$ et la verticale.

Nous aurons ainsi

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d\nu}{dt}\cos\delta + \frac{d\nu}{dt}\sin\delta\cos\varepsilon\cot\varphi,$$

$$\frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\nu}{dt}\sin\delta\sin\varepsilon,$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{d\nu}{dt}\sin\delta\cos\varepsilon\,\text{coséc}\,\varphi.$$

En ayant égard à la valeur de

$$\frac{d\nu}{dt},$$

il vient

$$\Delta\varepsilon = \frac{K}{B\omega}(\cot\delta + \cos\varepsilon\cot\varphi)\,\Delta t,$$

$$\Delta\varphi = \frac{K}{B\omega}\sin\varepsilon\,.\,\Delta t,$$

$$\Delta\theta = \frac{K}{B\omega}\cos\varepsilon\,\text{coséc}\,\varphi\,.\,\Delta t.$$

A l'aide de ces expressions, après y avoir remplacé K par sa valeur en fonction de δ, on aura les nouvelles valeurs de ϵ, φ, θ pour calculer un second élément de la trajectoire par le moyen des formules du § 1er. Et ainsi de suite.

On pourrait, au moyen des mêmes idées, écrire les équations différentielles du mouvement du projectile qui seraient au nombre de six, dont trois pour le mouvement de translation et trois pour celui de rotation ; mais, comme on ne saurait espérer de les intégrer en termes finis, le plus sûr moyen de calculer la trajectoire est de la partager en un assez grand nombre de portions et d'en calculer chacune à part ; car alors on n'aura qu'à rassembler les calculs de toutes ces portions. C'est, du reste, ce qu'on est obligé de faire, lorsqu'on veut calculer la trajectoire que décrivent les projectiles sphériques.

Ce calcul par parties fera connaître, à un instant quelconque, la position du projectile dans l'espace, au moyen des trois coordonnées rectilignes x, y, z, de son centre de gravité, et des deux coordonnées angulaires de son pôle, savoir la *hauteur* $90° - \varphi$ et l'*azimut* θ.

Il importe de remarquer que ce calcul de la trajectoire par parties s'applique aux projectiles de l'artillerie, quelle que soit leur forme, aussi bien qu'au

projectile cylindrique que nous avons considéré pour simplifier la question. En effet, nous avons vu que la résistance éprouvée par le cylindre de la part de l'air étant transportée au centre de gravité, donne naissance aux deux forces

$$mg\frac{u^2}{k^2}\cos^2\delta, \quad mg\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta$$

dirigées, l'une suivant l'axe de figure, l'autre suivant une perpendiculaire à celui-ci ; et au couple

$$mg\,D\frac{u^2}{l^2}\sin^2\delta.$$

Or, dans le cas d'un projectile dont la proue est conique ou ovoïde, ces forces et ce couple seront représentés par des fonctions de δ d'une autre forme. Le couple pourra même changer de signe pour certaines valeurs de l'angle δ. De sorte que si l'on veut conserver à ces fonctions la forme qu'elles ont dans le cas du cylindre, il faudra regarder les quantités k, l, D, comme des variables qui seraient des fonctions de δ.

Mais il sera toujours permis de regarder, pour un temps très-court, ces dernières quantités comme des constantes, et de les faire varier seulement en passant d'un élément de la trajectoire à un autre.

La même méthode s'applique pareillement au cas

où l'on voudrait employer une autre loi de la résistance en fonction de la vitesse que celle ordinaire due à Newton ; il suffirait pour cela de faire varier suivant la vitesse, d'un élément de la trajectoire à l'autre, les coefficients k, l, D.

On pourrait ainsi calculer la trajectoire par parties, quelles que soient la forme de la section méridienne du projectile et la loi de la résistance en fonction de la vitesse.

Nous gardons pour une autre partie de ces études le calcul numérique d'un exemple particulier de trajectoire.

Note A.

RÉFUTATION DE LA THÉORIE QUI FAIT DÉPENDRE LA DÉRIVATION DU FROTTEMENT DE L'AIR.

Le tir du canon de 16 centimètres, rayé au pas de 3m77, a donné les résultats suivants :

	Secondes.				
Durée du trajet du projectile	4	8	12	20	24
	Mètres.				
Dérivation à droite du plan de tir	6,31	28,81	64,07	145,22	223,38

En examinant ces nombres on ne tarde point à

s'apercevoir que les dérivations sont à peu près proportionnelles aux carrés des durées du trajet. Cette relation approximative entre les dérivations et les durées a été signalée dès les premiers temps qu'on a remarqué le phénomène de la dérivation dans le tir des armes à feu carabinées.

Il en résulte que la force qui produit la dérivation, qu'on peut appeler *force dérivatrice*, a approximativement une valeur constante, quelle qu'en soit l'origine.

En divisant les dérivations ci-dessus par les carrés des temps correspondants, on obtient les nombres suivants :

Rapport de la dérivation au carré du temps . .	0,39	0,45	0,44	0,36	0,39

dont la moyenne est

$$0,41.$$

En désignant par z la dérivation, par t le temps, nous avons donc, dans notre exemple,

$$\frac{z}{t^2} = 0,41.$$

Si l'on admet que depuis l'instant du départ du projectile jusqu'à celui où la dérivation produite est z, la force dérivatrice F ait été constante, on aura :

$$F = 2m\frac{z}{t^2},$$

m étant la masse du projectile.

Avec le canon de 16 centimètres rayé, nous avons

$$mg = 30^k.$$

donc

$$F = \frac{60}{g} \cdot \frac{z}{t^2} = (6,119)\frac{z}{t^2}.$$

En remplaçant $\frac{z}{t^2}$ par sa valeur trouvée ci-dessus, il vient

$$F = 2^k,48$$

pour la valeur de la force constante qui produit la dérivation.

D'après l'explication qu'on donne ordinairement de la cause de la dérivation, cette force F proviendrait du frottement de l'air contre la partie inférieure du projectile, et serait appliquée perpendiculairement à la génératrice inférieure du projectile.

Si la force F est engendrée par le frottement de l'air, comme elle est à peu près constante, il faudra que la vitesse angulaire de rotation du projectile soit aussi à peu près constante, car on sait que le frottement d'un fluide contre un solide est proportionnel à la vitesse relative de ces deux corps.

On pourrait ne pas avoir une confiance entière dans cette loi du frottement d'un fluide contre un solide; mais il est hors de doute que ce frottement croît avec la vitesse, de telle sorte que la force F ne peut être constante, si la vitesse angulaire de rotation n'est pas constante aussi.

Or, la vitesse angulaire de rotation ne peut pas être constante, car la force F appliquée à la périphérie du projectile, doit forcément la diminuer.

Soit ω la vitesse angulaire de rotation, 2R le calibre du projectile, A son moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation, on a

$$\frac{d\omega}{dt} = -\frac{RF}{A},$$

d'où l'on tire

$$\omega = \omega_0 - \frac{RF}{A} t,$$

ω_0 étant la vitesse angulaire initiale.

Si n est le nombre des tours faits par le projectile en une seconde, on a

$$\omega = 2\pi n;$$

donc

$$n = n_0 - \frac{RF}{2\pi A} t.$$

Supposons que le projectile soit cylindrique, on aura le moment d'inertie,

$$A = \frac{1}{2} m R^2;$$

donc

$$n = n_0 - \frac{F}{\pi m R} t.$$

Nous avons, dans l'exemple qui nous occupe,

$$F = 2^k,48, \quad m = \frac{30^k}{g}, \quad 2R = 0^m,16.$$

En substituant ces valeurs numériques dans la formule précédente, il vient

$$n = n_0 - (3{,}225)\,t.$$

Si nous supposons la vitesse initiale du projectile de 310 mètres par seconde, les hélices du canon faisant un tour entier sur une longueur de $3^m\,77$, il s'ensuit que le projectile, en sortant du canon, fait sur lui-même, en une seconde, un nombre de révolutions

$$n_0 = \frac{310}{3{,}77} = 82.$$

En substituant cette valeur dans l'expression de n, on obtient

$$n = 82 - (3{,}225)\,t.$$

Pour

$$t = 24'',$$

on aura

$$n = 5.$$

C'est-à-dire la vitesse de rotation serait réduite à 5 tours par seconde après 24″, temps qui correspond à la portée de 5,000 mètres.

On voit par là de combien serait diminuée la vitesse de rotation par le frottement de l'air, s'il avait la valeur qu'on doit lui supposer pour lui faire produire la dérivation.

Puisque la vitesse de rotation diminue sans cesse il faut que le frottement diminue aussi, de sorte que

la force dérivatrice ne peut pas se conserver constante.

Les mêmes personnes qui attribuent au frottement de l'air la dérivation, admettent que la vitesse de rotation des projectiles ne diminue que fort lentement dans tout le cours du mouvement; mais elles ne réfléchissent pas que pour produire les dérivations notables qu'on observe, il faut une force d'une certaine grandeur, qui, appliquée tangentiellement au projectile, ne peut qu'en ralentir considérablement la vitesse de rotation.

Le résultat des considérations que nous venons d'exposer est qu'il faut chercher ailleurs que dans le frottement de l'air la cause de la dérivation.

NOTE B.

RÉSISTANCE OBLIQUE DE L'AIR SUR UNE SURFACE DE RÉVOLUTION.

Déterminer la résistance de l'air sur une surface de révolution qui est animée d'un mouvement de translation suivant une direction quelconque.

Nous admettrons, d'après l'hypothèse ordinaire, que la résistance éprouvée par chaque élément d'une

[redacted]

surface, est proportionnelle au produit de l'aire de cet élément par le carré de la composante normale de la vitesse.

Soient $d\sigma$ l'aire de l'élément de la surface, ι l'angle compris entre la normale extérieure à la surface et la direction de la vitesse. La résistance exercée sur l'élément $d\sigma$ est proportionnelle au carré de la vitesse multiplié par

$$d\sigma \cos^2 \iota.$$

L'équation

$$\cos \iota = 0,$$

jointe à celle de la surface, détermine une courbe qui divisera cette surface en deux parties telles que la valeur de $\cos \iota$ sera positive pour tous les points de l'une et négative pour ceux de l'autre. La première sera la partie antérieure du corps, sur laquelle s'exerce la résistance, la seconde sera la partie postérieure qui n'éprouve point de résistance.

Cette courbe de séparation entre la partie antérieure et la partie postérieure est, en d'autres termes, la ligne de contact de la surface courbe avec un cylindre circonscrit dont les arêtes sont parallèles à la direction de la vitesse du mobile.

Pour déterminer la résistance sur un solide de révolution quelconque dont tous les points décrivent des droites parallèles, faisant avec l'axe de figure

l'angle δ, prenons pour axe des x l'axe même de figure, pour plan des xy, un plan parallèle à la direction de la vitesse.

Nous regarderons chaque point de la surface de révolution comme défini par sa latitude λ, égale à l'angle que forme la normale à ce point avec le plan des yz qui sera *l'équateur,* et par sa longitude L, égale à l'angle dièdre que fait le plan méridien qui le contient avec le plan des xy.

Nous prendrons pour élément de la surface de révolution l'aire élémentaire comprise entre deux méridiens infiniment voisins, et les arcs qu'ils interceptent sur deux parallèles infiniment voisins. L'aire élémentaire ainsi définie a pour expression :

$$d\sigma = \rho y d\lambda d\text{L},$$

ρ étant le rayon de courbure, y l'ordonnée correspondante à l'abscisse x de la courbe méridienne; par suite la résistance normale sur chaque élément sera proportionnelle au carré de la vitesse multiplié par

$$\rho y \cos^2 \iota \, d\lambda d\text{L}.$$

Décomposons cette résistance normale en trois forces parallèles aux trois axes des coordonnées. A cause de la symétrie de la surface de révolution, par rapport au plan des xy, il est évident qu'à chaque composante parallèle à l'axe des x située d'un côté

[redacted]

du plan des xy, il correspond une autre composante égale, située à égale distance de l'autre côté du même plan. Il en est de même pour les composantes parallèles aux axes des y et des z. Par conséquent toutes les composantes parallèles aux axes des x et des y auront leurs résultantes comprises dans le plan des xy; tandis que les composantes parallèles à l'axe des z se détruiront deux à deux. Nous n'aurons donc point à considérer celles-ci, et quant aux autres, pour en faire la somme, il suffira d'ajouter ensemble celles qui sont d'un côté du plan des xy et de doubler le résultat.

La normale faisant avec les axes des x et des y les angles dont les cosinus sont :

$$\sin\lambda \quad \text{et} \quad \cos\lambda\cos L,$$

on aura

$$\rho y \cos^2\iota \sin\lambda\, d\lambda\, dL$$

pour la composante suivant l'axe des x, et

$$\rho y \cos^2\iota \cos\lambda \cos L\, d\lambda\, dL$$

pour la composante suivant l'axe des y.

Si l'on transporte toutes ces composantes parallèlement à elles-mêmes à l'origine, il en provient d'abord deux forces rectangulaires

$$X = -2\iint \rho y \cos^2\iota \sin\lambda\, d\lambda\, dL,$$

$$Y = -2\iint \rho y \cos^2\iota \cos\lambda \cos L\, d\lambda\, dL,$$

appliquées à l'origine suivant les axes des x et des y,

qu'on a affectées du signe négatif, parce qu'elles agissent en sens contraire des axes respectifs; ensuite, un couple autour de l'axe des z dont le moment est exprimé par

$$K = 2\int\int \rho y (y \sin\lambda - x \cos\lambda) \cos^2\iota \cos L \, d\lambda \, dL.$$

Inutile de dire que, pour avoir la résistance de l'air effective ainsi que le couple qui en provient, il faudra multiplier ces résultats par le carré de la vitesse, par la densité de l'air et par un coefficient numérique donné.

Le point où la direction de la résultante totale des forces X, Y et du couple K, coupe l'axe des x, sera donné par

$$x = \frac{K}{Y}.$$

C'est le point que nous avons nommé *centre de résistance*.

Les intégrales précédentes ne doivent s'étendre qu'à la partie antérieure de la surface, où l'on a

$$\iota < \frac{\pi}{2},$$

et dont le contour est déterminé sur cette surface, par l'équation

$$\cos\iota = 0.$$

Pour trouver $\cos\iota$, observons que les angles que

[redacted]

fait la direction de la vitesse avec les axes x, des y, des z sont respectivement

$$\delta,\quad \frac{\pi}{2}-\delta,\quad \frac{\pi}{2},$$

et que les cosinus des angles formés par la normale avec les mêmes axes sont

$$\sin\lambda,\quad \cos\lambda\cos L,\quad \cos\lambda\sin L.$$

On aura donc, d'après une formule connue de géométrie, pour le cosinus de l'angle formé par la direction de la vitesse avec la normale,

$$\cos\iota = \cos\delta\sin\lambda + \sin\delta\cos\lambda\cos L.$$

L'équation

$$\cos\delta\sin\lambda + \sin\delta\cos\lambda\cos L = 0$$

donne la relation qui existe entre la latitude et la longitude des points de la courbe qui sépare la partie antérieure de la partie postérieure.

Si l'on fait dans cette équation

$$L = \pi,$$

on aura, pour déterminer la latitude du point où la courbe ci-dessus traverse le plan des xy,

$$\cos\delta\sin\lambda - \sin\delta\cos\lambda = 0,$$

d'où

$$\lambda = \delta,$$

comme on devait s'y attendre, car c'est le point à l'élément du méridien contenu dans le plan des xy est parallèle à la direction de la vitesse.

Pour tous les points du méridien dont la latitude est moindre que δ, il faudra prendre les intégrales depuis $L = 0$ jusqu'à une valeur de L en fonction de λ, donnée par l'équation

$$\cos\delta \sin\lambda + \sin\delta \cos\lambda \cos L = 0,$$

c'est-à-dire jusqu'à

$$L = \pi - \varphi,$$

en désignant par φ un angle tel que

$$\cos\varphi = \cot\delta \tang\lambda.$$

Ensuite, pour tous les points du méridien où la latitude λ est égale ou supérieure à δ, prendre les intégrales depuis $L = 0$ jusqu'à $L = \pi$, car, pour toutes ces valeurs de $\lambda \geqq \delta$, les parallèles de la surface de révolution sont en totalité compris dans la partie antérieure qui éprouve seule la résistance.

D'après cela, en désignant par λ_0, λ_1 les latitudes des extrémités de l'arc de courbe dont la révolution engendre la surface qu'on considère, nous aurons dans le cas où $\delta \leqq \lambda_0 < \lambda_1$.

$$X = -2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \sin\lambda d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2 \iota dL,$$

$$Y = -2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \cos\lambda d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2 \iota \cos L dL,$$

$$K = 2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y (y \sin\lambda - x \cos\lambda) d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2 \iota \cos L dL;$$

[redacted]

dans le cas où $\delta > \lambda_1 > \lambda_0$.

$$X = -2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \sin\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota\, dL,$$

$$Y = -2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \cos\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota \cos L\, dL,$$

$$K = 2\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y\,(y\sin\lambda - x\cos\lambda)\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota \cos L L d;$$

enfin dans le cas où $\lambda_0 < \delta < \lambda_1$

$$X = -2\int_{\delta}^{\lambda_1} \rho y \sin\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2\iota\, dL$$
$$-2\int_{\lambda_0}^{\delta} \rho y \sin\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota\, dL,$$

$$Y = -2\int_{\delta}^{\lambda_1} \rho y \cos\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2\iota \cos L\, dL$$
$$-2\int_{\lambda_0}^{\delta} \rho y \cos\lambda\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota \cos L\, dL,$$

$$K = 2\int_{\delta}^{\lambda_1} \rho y\,(y\sin\lambda - x\cos\lambda)\, d\lambda \int_0^{\pi} \cos^2\iota \cos L\, dL$$
$$+ 2\int_{\lambda}^{\delta} \rho y\,(y\sin\lambda - x\cos\lambda)\, d\lambda \int_0^{\pi-\varphi} \cos^2\iota \cos L\, dL,$$

en désignant par φ un angle tel que

$$\cos\varphi = \cot\delta \tang\lambda.$$

Afin de faciliter les intégrations, il sera bien

d'introduire au lieu de la latitude λ, l'angle φ déterminé par cette dernière équation. On tire de celle-ci

$$\sin\lambda = \frac{\operatorname{tang}\delta\cos\varphi}{\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}},$$

$$\cos\lambda = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}}.$$

En substituant ces valeurs dans l'expression de $\cos\iota$, on obtient

$$\cos^2\iota = \frac{\sin^2\delta(\cos\varphi+\cos L)^2}{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}.$$

Nous aurons donc

$$\int_0^{\pi}\cos^2\iota\, dL = \frac{\pi}{2}\sin^2\delta\left(\frac{1+2\cos^2\varphi}{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}\right),$$

$$\int_0^{\pi-\varphi}\cos^2\iota\, dL = \frac{1}{2}\sin^2\delta\left[\frac{(\pi-\varphi)(1+2\cos^2\varphi)+3\sin\varphi\cos\varphi}{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}\right],$$

$$\int_0^{\pi}\cos^2\iota\cos L\, dL = \pi\sin^2\delta\left(\frac{\cos\varphi}{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}\right),$$

$$\int_0^{\pi-\varphi}\cos^2\iota\cos L\, dL = \frac{1}{3}\sin^2\delta\left[\frac{3(\pi-\varphi)\cos\varphi+(2+\cos^2\varphi)\sin\varphi}{1+\operatorname{tang}^2\delta\cos^2\varphi}\right.$$

Si l'on substitue ces valeurs dans les expressions de X, Y, K, après y avoir mis pour λ sa valeur

en fonction de φ, eu égard à laquelle on a

$$d\lambda = -\frac{\operatorname{tang}\delta \sin\varphi\, d\varphi}{1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi},$$

et si l'on pose, pour abréger,

$$f(\varphi) = \int \rho y \frac{\sin\varphi \cos\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}},$$

$$f_1(\varphi) = \int \rho y \frac{(1 + 2\cos^2\varphi)\sin\varphi \cos\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{5}{2}}},$$

$$f_2(\varphi) = 3\int \rho y \frac{\sin^2\varphi \cos^2\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{5}{2}}},$$

$$f_3(\varphi) = \frac{1}{2}\int \rho y \frac{(2 + \cos^2\varphi)\sin^2\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}},$$

$$f_4(\varphi) = \int \rho y (x - y \operatorname{tang}\delta \cos\varphi) \frac{\sin\varphi \cos\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}},$$

$$f_5(\varphi) = \frac{1}{2}\int \rho y (x - y \operatorname{tang}\delta \cos\varphi) \frac{(2 + \cos^2\varphi)\sin^2\varphi\, d\varphi}{(1 + \operatorname{tang}^2\delta \cos^2\varphi)^{\frac{3}{2}}},$$

il vient, dans le cas où $\delta \gtreqless \lambda_0 < \lambda_1$

$$X = \pi \frac{\sin^4\delta}{\cos^2\delta}[f_1(\varphi_1) - f_1(\varphi_0)],$$

$$Y = 2\pi \frac{\sin^3\delta}{\cos\delta}[f(\varphi_1) - f(\varphi_0)],$$

$$K = 2\pi \frac{\sin^3\delta}{\cos\delta}[f_4(\varphi_1) - f_4(\varphi_0)];$$

dans le cas où $\delta > \lambda_1 > \lambda_0$,

$$X = \frac{\sin^4 \delta}{\cos^2 \delta}\Big[(\pi - \varphi_1) f_1(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f_1(\varphi_0)$$

$$+ \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} f_1(\varphi)\, d\varphi + f_2(\varphi_1) - f_2(\varphi_0)\Big],$$

$$Y = 2\frac{\sin^3 \delta}{\cos \delta}\Big[(\pi - \varphi_1) f(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f(\varphi_0)$$

$$+ \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} f(\varphi)\, d\varphi + f_3(\varphi_1) - f_3(\varphi_0)\Big],$$

$$K = 2\frac{\sin^3 \delta}{\cos \delta}\Big[(\pi - \varphi_1) f_4(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f_4(\varphi_0)$$

$$+ \int_{\varphi_0}^{\varphi_1} f_4(\varphi)\, d\varphi + f_5(\varphi_1) - f_5(\varphi_0)\Big];$$

dans le cas où $\lambda_0 < \delta < \lambda_1$,

$$X = \frac{\sin^4 \delta}{\cos^2 \delta}\Big[\pi f_1(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f_1(\varphi_0)$$

$$- \int_0^{\varphi_0} f_1(\varphi)\, d\varphi - f_2(\varphi_0) + f_2(0)\Big],$$

$$Y = 2\frac{\sin^3 \delta}{\cos \delta}\Big[\pi f(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f(\varphi_0)$$

$$- \int_0^{\varphi_0} f(\varphi)\, d\varphi - f_3(\varphi_0) + f_3(0)\Big],$$

$$K = 2\frac{\sin^3 \delta}{\cos \delta}\Big[\pi f_4(\varphi_1) - (\pi - \varphi_0) f_4(\varphi_0)$$

$$- \int_0^{\varphi_0} f_4(\varphi)\, d\varphi - f_5(\varphi_0) + f_5(0)\Big];$$

φ_0 et φ_1 étant deux angles tels que

$$\cos\varphi_0 = \cot\delta \operatorname{tang}\lambda_0,$$
$$\cos\varphi_1 = \cot\delta \operatorname{tang}\lambda_1.$$

Les valeurs de f, f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 s'obtiendront, dans chaque cas particulier, en substituant au lieu de ρ, x, y leurs valeurs en fonction de φ, d'après la nature de la courbe méridienne.

Applications.

Le profil des projectiles oblongs est ordinairement composé de lignes droites et d'arcs de cercle. C'est pourquoi nous allons nous occuper de la surface de révolution engendrée par une ligne droite et de celle engendrée par un arc de cercle. La première comprend comme cas particulier le cylindre et le plan; la seconde la sphère.

Surface conique. La courbe génératrice étant une ligne droite, l'angle λ que forme la normale avec l'axe des y est constant et égal à la moitié de l'angle au sommet du cône.

Le rayon de courbure ρ est infini; mais l'intégrale $\int \rho\, d\lambda$ a une valeur finie, égale à la longueur de la génératrice du cône. Pour adapter les formules précédentes au cas du cône, observons qu'on a en général

$$\rho\, d\lambda = ds,$$
$$ds \cos\lambda = dx,$$
$$ds \sin\lambda = -dy;$$

nous avons donné le signe — à dy, parce que nous supposons la forme de la courbe générataice, par rapport aux axes, telle que y croisse en sens inverse de dx.

Nous aurons donc

$$\int \rho y \sin\lambda d\lambda = \int -y dy,$$
$$\int \rho y \cos\lambda d\lambda = \int y dx,$$
$$\int \rho y^2 \sin\lambda d\lambda = \int -y^2 dy,$$
$$\int \rho y x \cos\lambda d\lambda = \int y x dx.$$

Dans le cas d'un tronc de cône dont le rayon de la grande base est R, le rayon de la petite base r, la hauteur h, nous aurons :

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \sin\lambda d\lambda = \int_{r}^{R} y dy = \frac{R^2 - r^2}{2},$$

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y \cos\lambda d\lambda = \int_{x_0}^{x} = y dx \frac{h(R+r)}{2},$$

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho y^2 \sin\lambda d\lambda = \int_{r}^{R} y^2 dy = \frac{R^3 - r^3}{3},$$

$$\int_{\lambda_0}^{\lambda_1} \rho x y \cos\lambda d\lambda = \int_{x_0}^{x_1} x y dx = \frac{h^2(R + 2r)}{6}.$$

De plus on a φ constant et tel que

$$\cos\varphi = \left(\frac{R - r}{h}\right) \cos\theta.$$

En introduisant ces valeurs dans les formules, on obtient pour le cas où $\delta \leqq \lambda$

$$X = -\frac{\pi}{2}\frac{R^2 - r^2}{h^2 + (R - r)^2}[h^2 \sin^2\delta + 2(R - r)^2 \cos^2\delta],$$

$$Y = -\pi \frac{h^2(R^2 - r^2)}{h^2 + (R - r)^2} \sin\delta \cos\delta,$$

$$K = \frac{\pi}{3}\frac{h(R - r)[2(R^2 - r^2) - h^2(R + 2r)]}{h^2 + (R - r)^2} \sin\delta \cos\delta.$$

Lorsque $\delta = 0$ ces expressions se réduisent à

$$X = -\pi \frac{(R^2 - r^2)(R - r)^2}{h^2 + (R - r)^2},$$

$$Y = 0,$$

$$K = 0;$$

c'est le cas d'un tronc de cône qui se meut dans le sens de son axe. Il faut remarquer que c'est la résistance sur la surface convexe seulement, et que si l'on voulait avoir la résistance totale on devrait y ajouter celle exercée sur la petite base.

Lorsque $h = 0$, c'est-à-dire lorsque la surface conique se réduit à un plan perpendiculaire à l'axe de figure, on a

$$X = -\pi (R^2 - r^2) \cos^2\delta,$$

$$Y = 0,$$

$$K = 0,$$

comme on devait s'y attendre.

Pour le cas où $\delta > \lambda$, on obtient

$$X = -\frac{1}{2} \cdot \frac{R^2 - r^2}{h^2 + (R-r)^2} \left[(\pi - \varphi)(h^2 \sin^2 \delta \right.$$

$$\left. + 2(R-r)^2 \cos^2 \delta) + 3h(R-r) \sin \delta \cos \delta \sin \varphi \right],$$

$$Y = -\frac{1}{3} \cdot \frac{h(R+r)}{h^2 + (R-r)^2} \left[3h(R-r)(\pi - \varphi) \sin \delta \cos \delta \right.$$

$$\left. + (2h^2 \sin^2 \delta + (R-r)^2 \cos^2 \delta) \sin \varphi \right],$$

$$K = \frac{1}{9} \cdot \frac{2(R^3 - r^3) - h^2(R + 2r)}{h^2 + (R-r)^2} \left[3h(R-r)(\pi - \varphi) \sin \delta \cos \delta \right.$$

$$\left. + (2h^2 \sin^2 \delta + (R-r)^2 \cos^2 \delta) \sin \varphi \right],$$

où

$$\varphi = \operatorname{arc\,cos}\left(\frac{R-r}{h} \cot \delta \right),$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{R-r}{h} \right)^2 \cot^2 \delta}.$$

La distance du centre de résistance à l'origine, c'est-à-dire à la grande base du tronc de cône, sera dans les deux cas

$$\frac{K}{Y} = \frac{h^2(R + 2r) - 2(R^3 - r^3)}{3h(R+r)}.$$

On aurait pu trouver directement ce résultat, en partant de la considération que la résultante totale doit être perpendiculaire à la génératrice du cône et passer par le centre de gravité du trapèze formé par deux génératrices consécutives.

Si l'on fait

$$\delta = \frac{\pi}{2},$$

et par suite

$$\varphi = \frac{\pi}{2},$$

on a, pour l'expression de la résistance sur un cône qui se meut perpendiculairement à son axe,

$$X = -\frac{\pi}{4} \cdot \frac{h^2 (R^2 - r^2)}{h^2 + (R - r)^2},$$

$$Y = -\frac{2}{3} \cdot \frac{h^2 (R +}{h^2 + (R - r)^2},$$

$$K = \frac{2h^2}{9} \cdot \frac{2(R^3 - r^3) - h\,(R + 2r)}{h^2 + (R - r)^2}.$$

Si $R = r$, le cône devient un cylindre, et l'on a, dans ce cas,

$$\varphi = \frac{\pi}{2},$$

$$X = 0,$$

$$Y = -\frac{4}{3} h R \sin^2 \delta,$$

$$K = -\frac{2}{3} h^2 R \sin^2 \delta,$$

$$\frac{K}{Y} = \frac{1}{2} h.$$

Par conséquent la résistance sur la convexité d'un cylindre est les deux tiers de celle sur sa section rec-

tangulaire, et le centre de résistance est au milieu de l'axe.

Il importe de remarquer que la résistance estimée suivant la normale à l'axe de figure est, pour le cylindre, proportionnelle à

$$\sin^2 \delta,$$

tandis que, pour le cône tronqué dont la génératrice fait avec l'axe un angle supérieur à δ, elle est proportionnelle à

$$\sin \delta \cos \delta.$$

Le rapport de celle-ci à celle-là est donc proportionnelle à

$$\cot \delta,$$

c'est-à-dire à une quantité fort grande toutes les fois que δ est très-petit.

Il résulte de là que le centre de résistance d'un cylindre surmonté d'un tronc de cône, est fort près du centre de résistance du tronc de cône, tant que la direction du mouvement de translation fait un petit angle avec l'axe de figure.

La même influence prépondérante de la partie antérieure amincie du projectile sur la position du centre de résistance subsiste, quelle que puisse être la forme de cette partie amincie, car cette partie courbe peut toujours être remplacée par un nombre infini de troncs de cône à hauteur infinitésimale.

On voit donc qu'en vertu de la forme acuminée des projectiles oblongs, le centre de résistance du projectile entier tombe fort près du centre de résistance de la partie acuminée, au commencement du mouvement, c'est-à-dire quand l'axe de figure fait avec la tangente à la trajectoire un angle petit.

Surface engendrée par la révolution d'un arc de cercle.

Le rayon de courbure est ici constant. Nous prendrons pour axe des y la perpendiculaire abaissée du centre de l'arc sur l'axe de figure.

Si l'on désigne par b la longueur de cette perpendiculaire, on aura

$$x = \rho \sin \lambda,$$
$$y = \rho \cos \lambda - b,$$

ou bien en introduisant l'angle φ,

$$x = \rho \cdot \frac{\operatorname{tang} \delta \cos \varphi}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \delta \cos^2 \varphi}},$$

$$y = \rho \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tang}^2 \delta \cos^2 \varphi}} - b.$$

En substituant ces valeurs dans les fonctions f, f_1,

f_1, f_3, f_4, f_5, en effectuant les intégrations, et supposant

$$\lambda_0 = 0,$$

on trouvera, après toutes les réductions, pour les valeurs de l'angle δ comprises entre zéro et λ_1,

$$X = \frac{\pi}{4}\rho^2[(1+\cos^2\delta)\cos^4\lambda_1 + 4\cos^2\delta\sin^2\lambda_1\cos^2\lambda_1]$$

$$-\frac{\pi}{3}b\rho[(1+3\cos^2\delta)\cos^3\lambda_1 + 6\cos^2\delta\sin^2\lambda_1\cos\lambda_1]$$

$$-\frac{\pi}{8}\rho^2(1+\cos\delta)^2 + \frac{\pi}{6}b\rho(1+3\cos^2\delta)$$

$$+\frac{4}{3}b\rho\cos\delta\int_0^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi},$$

$$Y = \frac{\pi}{2}\rho^2\sin\delta\cos\delta\cos^4\lambda_1 - \frac{2\pi}{3}b\rho\sin\delta\cos\delta\cos^3\lambda_1$$

$$-\frac{\pi}{4}\rho^2\sin\delta(1+\cos\delta) + \frac{\pi}{3}b\rho\sin\delta\cos\delta$$

$$+\frac{4}{9}b\rho\left(\frac{1+\sin^2\delta}{\sin\delta}\right)\int_0^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi}$$

$$-\frac{4}{9}b\rho\frac{\cos\delta}{\sin\delta}\int_0^{\frac{\pi}{2}}\frac{d}{\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi}},$$

$$K = \frac{\pi}{4}b\rho^2\sin\delta\cos\delta(\sin\lambda_1\cos^3\lambda_1 - \sin^3\lambda_1\cos\lambda_1 - \lambda_1)$$

$$+\frac{2\pi}{3}b^2\rho\sin\delta\cos\delta\sin^3\lambda_1 - \frac{1}{12}b\rho^2(3+\sin^2\delta)$$

$$+\frac{2}{9}b^2\rho(2+\cos^2\delta) - \frac{2}{3}b^2\rho\delta\frac{\cos\delta}{\sin\delta}$$

$$+\frac{1}{8}b\rho^2\frac{\cos^2\delta}{\sin\delta}\log\left(\frac{1+\sin\delta}{1-\sin\delta}\right)$$

$$+\frac{1}{4}b\rho^2\sin\delta\cos\delta\int_0^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\,\text{arc tang}(\text{tang}\,\delta\cos\varphi);$$

tandis que pour toutes les valeurs de δ comprises entre λ_1 et $\frac{\pi}{2}$, on aura

$$X=\left(\frac{\pi-\varphi_1}{4}\right)\rho^2\left[(1+\cos\delta)\cos^4\lambda_1+4\cos^2\delta\sin^2\lambda_1\cos^2\lambda_1\right]$$

$$-\left(\frac{\pi-\varphi_1}{3}\right)b\rho\left[(1+3\cos\delta)^2\cos^2\lambda_1+6\cos^2\delta\sin^2\lambda_1\cos\lambda_1\right]$$

$$-\frac{\pi}{8}\rho^2(1+\cos^2\delta)+\frac{\pi}{6}b\rho(1+3\cos^2\delta)$$

$$-\frac{1}{2}\rho^2\sin\delta\cos\delta\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos\lambda_1$$

$$+\frac{4}{3}b\rho\sin\delta\cos\delta\sin\varphi_1\sin\lambda_1$$

$$+\frac{3}{4}\rho^2\sin\delta\cos\delta\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos^2\lambda_1$$

$$-b\rho\sin\delta\cos\delta\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos^2\lambda_1$$

$$+\frac{1}{2}\rho^2\cos\delta\arccos\left(\frac{\sin\lambda_1}{\sin\delta}\right)$$

$$+\frac{4}{3}b\rho\cos\delta\int_{\varphi_1}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi},$$

$$Y=\left(\frac{\pi-\varphi_1}{2}\right)\rho^2\sin\delta\cos\delta\cos^4\lambda_1$$

$$-\frac{2(\pi-\varphi_1)}{3}b\rho\sin\delta\cos\delta\cos^2\lambda_1-\frac{\pi}{4}\rho^2\sin\delta(1+\cos\delta)$$

$$+\frac{\pi}{3}b\rho\sin\delta\cos\delta+\frac{2}{9}b\rho(1+\cos^2\delta+3\sin^4\delta)\sin\varphi_1\sin\lambda_1$$

$$+\frac{2}{3}b\rho\sin^2\delta\cos\delta\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos\lambda_1$$

$$-\frac{1}{6}\rho^2(1+2\sin^2\delta)\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos\lambda_1$$

$$-\frac{2}{9}b\rho(1-3\sin^2\delta)\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos^3\lambda_1$$

$$+\frac{1}{6}\rho^2(1-3\sin^2\delta)\sin\varphi_1\sin\lambda_1\cos^2\lambda_1$$

$$+\frac{1}{2}\rho^2\sin^2\delta\arccos\left(\frac{\sin\lambda_1}{\sin\delta}\right)$$

$$+\frac{4}{9}b\rho\left(\frac{1+\sin^2\delta}{\sin\delta}\right)\int_{\varphi_1}^{\frac{\pi}{2}}d\varphi\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi}$$

$$-\frac{4}{9}b\rho\frac{\cos^2\delta}{\sin\delta}\int_{\varphi_1}^{\frac{\pi}{2}}\frac{d\varphi}{\sqrt{1-\sin^2\delta\sin^2\varphi}},$$

$$K=\left(\frac{\pi-\varphi_1}{4}\right)b\rho^2\sin\delta\cos\delta(\sin\lambda_1\cos^3\lambda_1$$

$$-\sin^3\lambda_1\cos\lambda_1-\lambda_1)+\frac{2(\pi-\varphi_1)}{3}b^2\rho\sin\delta\cos\delta\sin^3\lambda_1$$

$$-\frac{1}{12}b\rho^2(3+\sin^2\delta)+\frac{2}{9}b^2\rho(2+\cos^2\delta)$$

$$-\frac{8}{9}b^2\rho\cos^2\delta\sin\varphi_1\cos\lambda_1+\frac{5}{12}b\rho^2\cos^2\delta\sin_1\delta\cos^2\gamma_1$$

$$-\frac{2}{9}b^2\rho(2-3\cos^2\delta)\sin\varphi_1\cos^3\lambda_1$$

$$+\frac{1}{6}b\rho^2(2-3\cos^2\delta)\sin\varphi_1\cos^4\lambda_1-\frac{2}{3}b^2\rho\delta\frac{\cos\delta}{\sin\delta}$$

$$+\frac{2}{3}b^2\rho\frac{\cos\delta}{\sin\delta}\arccos\left(\frac{\cos\delta}{\cos\lambda_1}\right)$$

$$+\frac{1}{4}b\frac{\rho^2\cos^2\delta}{\sin\delta}\log\left(\frac{1+\sin\delta}{\cos\lambda_1+\sqrt{\cos^2\lambda_1-\cos^2\delta}}\right)$$

$$+\frac{1}{4}b\rho^2\sin\delta\cos\delta\int_{\varphi_1}^{\frac{\pi}{2}}\arctan(\tan\delta\cos\varphi),$$

où l'on a

$$\sin\varphi_1 = \cot\delta \tan\lambda_1.$$

Les valeurs de X et Y dépendent des fonctions elliptiques de la première et de la seconde espèce, dont Legendre a donné des tables ; la valeur de K dépend de l'intégrale

$$\int d\varphi \operatorname{arc tang}(\tan\delta \cos\varphi).$$

Cette intégrale peut se ramener à la transcendante logarithmique

$$\int \frac{dx}{x}\log(1+x),$$

dont Spence, mathématicien anglais, a donné des tables.

Ce n'est point ici le lieu de nous occuper de cette intégrale, car cela nous conduirait trop loin.

Nous allons examiner les valeurs que prennent X, Y, K dans certains cas particuliers qui pourraient s'obtenir directement, sans passer par les formules générales.

Si l'on fait, dans les premières formules,

$$\delta = 0,$$

il vient

$$X = -\frac{\pi}{2}\rho^2(1+\sin^4\lambda_1) - \frac{2\pi}{3} b\rho\cos\lambda_1(2+\sin^2\lambda_1)$$

$$Y = 0,$$

$$K = 0,$$

pour la résistance sur la surface mue dans la direction de l'axe.

Si l'on fait, dans les secondes formules,

$$\delta=\frac{\pi}{2},$$

il vient

$$X=-\frac{\pi}{8}\rho^2(1-\cos^4\lambda_1)+\frac{\pi}{6}b\rho\,(1-\cos^3\lambda_1),$$

$$Y=-\frac{1}{6}\rho^2(3\lambda_1+3\sin\lambda_1\cos\lambda_1+2\sin\lambda_1\cos^3\lambda_1)$$

$$+\frac{4}{9}b\rho\sin\lambda_1(2+\cos^2\lambda_1),$$

$$K=-\frac{1}{3}b\rho^2(1-\cos^4\lambda_1)+\frac{4}{9}b^2\rho\,(1-\cos^3\lambda_1),$$

pour la résistance sur la surface mue perpendiculairement à l'axe.

Si

$$b=0$$

la surface de révolution est une sphère; dans ce cas, si l'on fait

$$\lambda_1=\frac{\pi}{2},$$

les formules donnent

$$X=-\frac{\pi}{8}\rho^2(1+\cos\delta),$$

$$Y=-\frac{\pi}{4}\rho^2\sin\delta(1+\cos\delta),$$

$$K=0,$$

pour la résistance sur un hémisphère.

[redacted]

Si en même temps

$$\delta = 0,$$

on obtient

$$X = -\frac{\pi}{2}\rho^2,$$

$$Y = 0,$$

$$K = 0,$$

pour la résistance éprouvée par un hémisphère mû dans la direction de l'axe.

Tandis que si

$$\delta = \frac{\pi}{2},$$

il en résulte

$$-\frac{\pi}{8}\rho^2,$$

$$Y \quad - \frac{\pi}{4}\rho^2,$$

pour la résistance sur un hémisphère dont l'axe serait perpendiculaire à la direction du mouvement.

On ne peut disconvenir que les formules qui représentent la résistance dans le cas général ne soient un peu longues. D'ailleurs elles reposent sur une hypothèse physique qui n'est pas entièrement conforme à la nature ; de sorte que, pour les faire accorder avec l'observation, il faudrait certainement les multiplier par des coefficients numériques convenables.

Il est grandement à désirer qu'on fasse des expé-

Si l'on fait, dans les s…

…nce qu'éprouvent les …s. sous diverses inclinai- …n du mouvement.

il vient

…ur ces recherches, qui se …sprit, serait l'appareil de

$$X = -\frac{\pi}{8}\rho^2(1 - \cos^4\lambda_1) \ldots$$

…c qu'il n'y a pas un grand avan- …s projectiles oblongs des proues

$$Y = -\frac{1}{6}\rho^2(3\lambda_1 + 3\,\mathrm{si}\ldots$$

…et qu'on pourrait remplacer la

$$+\frac{4}{9}b\rho\sin\lambda_1(2 + \ldots$$

…orme hémisphérique, sans aug-

$$K = -\frac{1}{3}b\rho^2(1 - \mathrm{co}\ldots$$

…nt la résistance; car, d'après des …s, il résulte qu'un cylindre sur-

pour la résistan… …isphère, présente la même résis- rement à l'axe. …it terminé par un cône dont la hau-

Si … à $3\frac{1}{4}$ fois le rayon. Suivant la théorie …auteur du cône ne devrait être qu'égale

la surface de …

si l'on fait …e cette substitution pût se faire sans désa- …s formules à employer pour déterminer la

les formul… …seraient simplement, comme nous avons vu,

$$X = -\frac{\pi}{8}\rho^2(1 + \cos\delta)^2,$$

$$Y = -\frac{\pi}{8}\rho^2\sin\delta(1 + \cos\delta).$$

…e hémisphérique de la proue n'atténuait

pour l…

pas assez la résistance de l'air, on pourrait encore essayer la proue formée par un demi-ellipsoïde de révolution allongé. La résistance oblique sur cette surface s'exprime par des formules bien plus simples que celles qui conviennent à la forme ogivale, généralement employée aujourd'hui.

PAUL DE SAINT-ROBERT.

Paris. — Imp. de E. DONNAUD, rue Cassette, 9.

[redacted]

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans le XIII° volume de la 4° série

DU

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

N° 1.

Janvier et Février 1860.

N° 2.

Mars et Avril 1860.



N° 3.

Mai et Juin 1860.

FIN DE LA TABLE DU TOME XIII.

Sceaux, imprimerie de E. Dépée.

…HMERBER (1er Système)

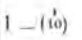
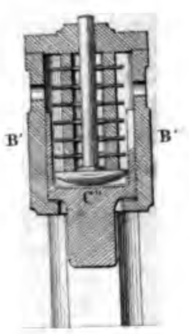
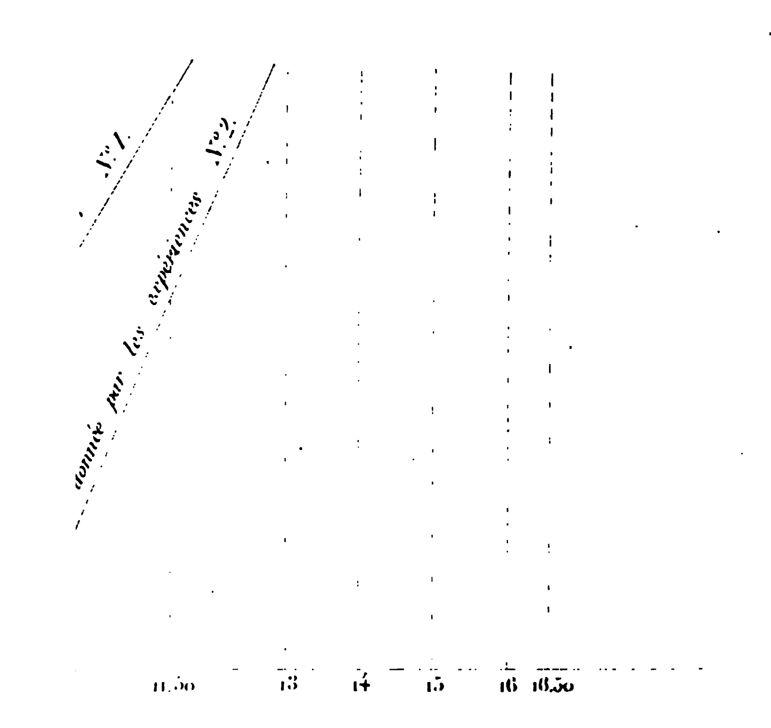




Figure 2.






N° 1
donnée par les expériences
N° 2
11.50
13
14
15
16
16.50

[redacted]

JOURNAL

DES ARMES SPÉCIALES.

JOURNAL

DES

ARMES SPÉCIALES

ET DE

L'ÉTAT-MAJOR

PUBLIÉ SUR LES DOCUMENTS FOURNIS PAR LES OFFICIERS
DES ARMÉES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

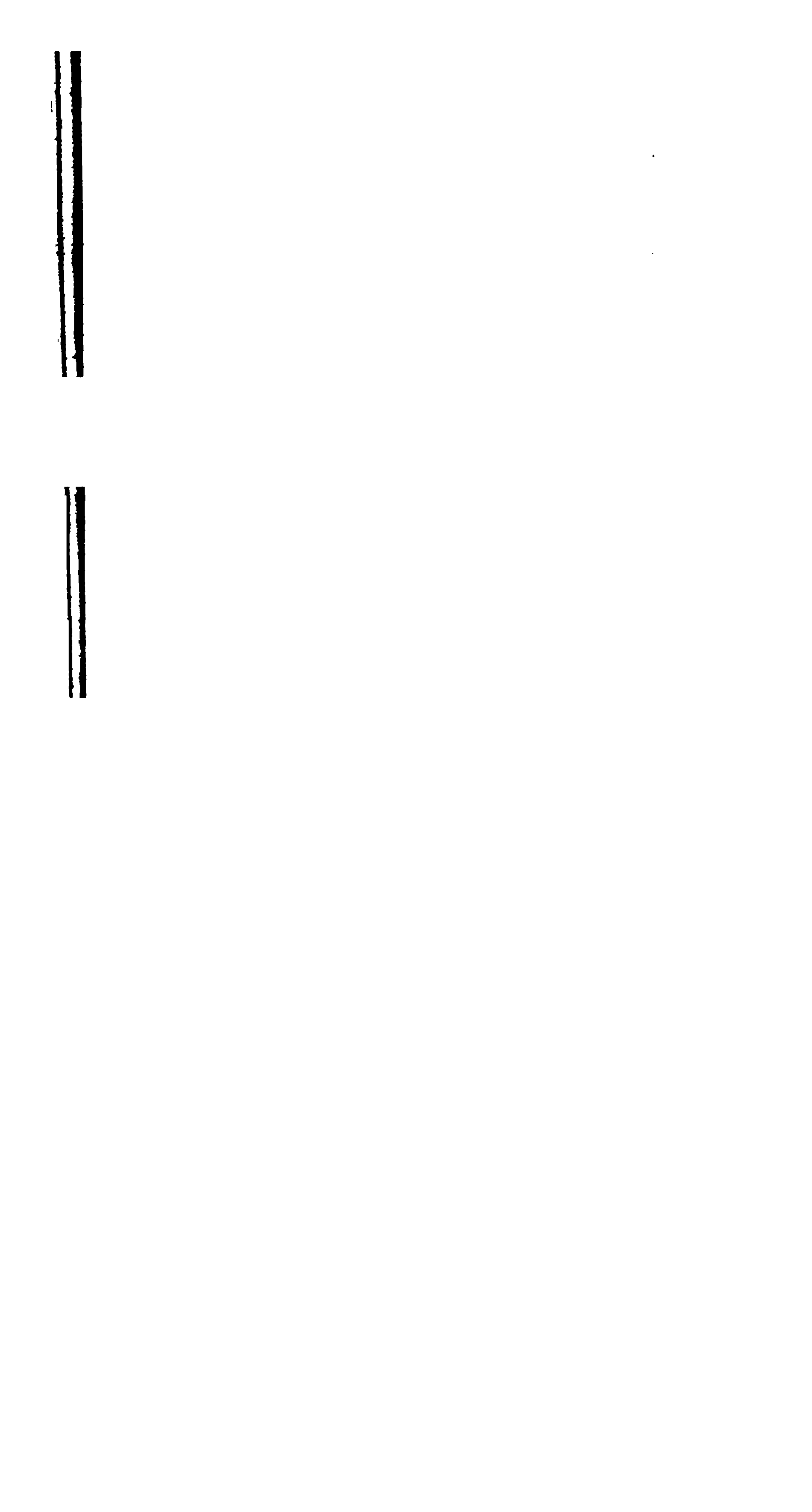
PAR

J. CORRÉARD,
Ancien Ingénieur.

QUATRIÈME SÉRIE. — TOME XIV. — 27e ANNÉE — Nos 7 A 12.
Juillet à Décembre 1860.

PARIS
LIBRAIRIE MILITAIRE, MARITIME ET POLYTECHNIQUE
J. CORRÉARD,
Libraire-éditeur, et libraire-commissionnaire,
PLACE SAINT-ANDRÉ-DES-ARTS, 3.

1860



JOURNAL DES ARMES SPECIALES.

TRAITÉ DES ARMES

Par le Chevalier J. XYLANDER. — Traduit par
le Colonel P. D'HERBELOT.

SUITE

(Voir les numéros de mai et juin 1860, page 400).

599. Les propriétés du coton-poudre ont été exposées § 162 et 164. On a essayé de l'employer au tir des petites armes. En 1854 on a fait en Autriche des épreuves approfondies pour se servir du coton-poudre dans le tir des canons, et il a paru nécessaire de construire à cet effet des bouches à feu particulières.

Ces pièces éprouvées en Autriche et avec lesquelles on a formé deux batteries de campagne, sont du calibre de 12. Elles ont 8 calibres de longueur et sont munies d'une chambre cylindrique, indispensable pour la combustion rapide du coton-poudre et le développement du gaz. Elles ne donnent presqu'aucun recul; le vent peut être réduit de moitié. Le coton comprimé forme des cartouches avec lesquelles on tire des boulets, obus, boîtes à balles, obus à balles.

Le coton-poudre comprimé paraît convenir pour faire éclater les obus. Il ne prend pas feu lors de

l'inflammation de la charge, donne plus d'éclats que la poudre ordinaire et les projette plus loin. On a aussi cherché à l'employer dans les artifices de guerre ; les résultats ont été tantôt avantageux, tantôt défavorables.

Projectiles particuliers.

590. Les projectiles percutants sont creux et disposés de manière à éclater au moment de leur chute. Ce qui a déterminé leur adoption, c'est qu'il est très-difficile de régulariser l'emploi des fusées ordinaires et qu'avec la vitesse verticale que développent les fortes charges dans les canons à bombes, c'est presque impossible. Les bombes ou les obus à percussion sont munis d'une charge pour les faire éclater et d'une fusée en état d'enflammer cette charge. On emploie à cet effet des capsules ordinaires de forte dimension, ou des étoupilles de verre contenant de l'acide sulfurique (mode de Callerstrom, § 501), ou tout autre système d'étoupilles. Vu le grand danger pour charger, transporter et vider ces projectiles creux, ils ont indépendamment de l'œil ordinaire une ouverture de charge sur le côté.

591. On a dit que les projectiles percutants écla-

taient au premier choc, sans faire le moindre mal à l'ennemi, lorsqu'ils frappaient une muraille ou un rempart. On a eu l'idée de construire les fusées de telle manière que le projectile pénétrât dans ce corps avant d'éclater. De tels projectiles creux s'appellent *bombes* ou *obus* à *concussion*. Il s'y trouve un étoupille entre la charge et le système percutant. Il en résulte un retard dans l'inflammation de la charge.

Lorsque ces deux espèces de projctiles ont la forme sphérique, il résulte du mouvement de rotation qu'ils ne tombent pas toujours directement sur la fusée percutante. Ce qui fait qu'ils n'éclatent pas et agissent comme des projectiles pleins. Les projectiles oblongs conservent leur pointe en avant quand la trajectoire provient d'armes rayées.

Examen et épreuve des bouches à feu.

592. Les bouches à feu et les affûts sont, autant que possible, appropriés les uns aux autres. On établit, dans chaque système d'artillerie, des tables de dimension, dans lesquelles sont indiquées les tolérances admises, parce que dans le travail technique, malgré le plus grand soin, on ne peut obtenir une précision mathématique.

Ces tables de dimension servent de base pour la réception dans laquelle on doit particulièrement donner beaucoup d'attention au diamètre de l'âme, au calibre du projectile, aux tourillons et à leurs encastrements, aux boîtes de roues et aux fusées d'essieux, etc.

593. Dans l'examen des bouches à feu, on doit s'occuper d'abord de l'extérieur. Il ne doit présenter ni traits de vis, ni *raies d'étain*, ni *chambres*, *criques* ou soufflures. Après avoir vérifié les instruments de réception, on mesure la longueur, l'épaisseur du métal, le diamètre des moulures et leur distance entre elles ; on examine si les axes des deux tourillons sont en ligne droite, si l'axe de la bouche à feu, conique extérieurement, coïncide avec celui de l'âme cylindrique, et si l'axe de la chambre, dans les mortiers et obusiers, est ou n'est pas dans le prolongement de celui de l'âme, si le canal de lumière a une position et une largeur régulières. On mesure avec l'étoile mobile (fig. 126), de 2 en 2° le diamètre de l'âme. Cet instrument consiste en une tige de fer ayant une poignée (*a*) par laquelle on la meut en avant et en arrière dans un cylindre de laiton; de l'autre côté se trouve un cône d'acier (*c*) qui, poussé par la tige, met en mou-



vement deux pointes d'acier diamétralement opposées, dans la tête. En (*b*), il y a une échelle de division qui permet de juger l'écartement des deux pointes mobiles comparativement au diamètre de l'âme. Deux autres pointes un peu plus petites, mais immobiles (*d*), maintiennent par leur position verticale l'instrument dans l'axe de l'âme. Le même instrument s'emploie aussi pour mesurer le degré de détérioration d'une pièce ancienne et reconnaître si elle est de service ou hors de service; enfin on pèse les pièces parce que leur poids permet de juger de la qualité du métal.

594. Lorsqu'une bouche à feu a été présentée à cet examen, elle doit, avant d'être ciselée et ornée de moulures, être soumise à des épreuves de tir instituées depuis le XVe siècle. Elles varient suivant les États. Les pièces de métal sont en général tirées sur leurs affûts, mais on place celles de fer sur un appareil destiné à cet objet, et on a soin, dans ces épreuves, de prendre des précautions, pour ne pas exposer les hommes de service. En général, les épreuves des pièces sont au-dessus de ce qu'exige l'usage ordinaire : ainsi, par exemple, la pièce en France est forée à un diamètre moindre de 0, 1 pouce (0 m. 0262) que celui qu'elle doit avoir. On

pense que l'épreuve rend le métal plus dense, et que la pièce est plus susceptible de durée en la forant au calibre régulier après cette opération.

En France, les canons et les obusiers sont tirés cinq fois à 5° d'inclinaison, les canons de siége avec la charge de la moitié du poids du boulet; les canons de campagne à la charge du tiers qui peut encore être augmentée d'une demi-livre (0 k. 280); les obusiers et les mortiers avec la charge à chambre pleine; les derniers doivent tirer deux coups à 30° et deux à 60°. Après le tir, ils sont encore une fois examinés soigneusement, et s'ils sont de service, on y marque les armes du pays, le chiffre du prince, le lieu de la coulée, les noms du fondeur et du foreur, le millésime, le poids et souvent aussi encore le nom propre ou le numéro de la pièce.

Conservation des bouches à feu et de leur armement.

595. Aussitôt que les bouches à feu ne sont plus employées, elles doivent, ainsi que les affûts, les avant-trains et les voitures, être d'abord complètement nettoyées, visitées, et tous les défauts réparés; alors le matériel est versé dans les magasins.

En général, pour ménager les constructions, on place les objets lourds en bas et les légers dans les étages supérieurs.

Les canons séparés de leurs affûts sont, par espèces de calibres, placés sur des chantiers de bois, de manière que leurs tourillons ne fatiguent pas, que le canal de lumière se trouve en dessous, et que la bouche soit plus basse que la culasse. Les affûts, avant-trains et voitures de même espèce sont engerbés de manière à ménager l'espace et à ce que, placés sur des chantiers de bois, ils ne souffrent pas de l'humidité. Les châssis des affûts de place et côte sont placés sur quatre ou cinq de hauteur dans la position la plus propre à empêcher qu'il ne se déjettent.

Toutes les pièces sont visitées une fois par an, les défauts réparés, et on recouvre les pièces de bois et de fer d'une peinture préservatrice (1).

Les projectiles pleins et creux réunis par calibres, sont empilés en plein air. L'œil des projectiles creux est tourné en bas. Les projectiles hors de service servent de base. On doit seulement les

(1) On a dit ci-dessus, que les bouches à feu en fonte et les projectiles étaient enduits d'une forte couche de colthar.

visiter tous les cinq ou six ans, les nettoyer et les empiler. L'ancien goudron dont ils ont été enduits doit être renouvelé souvent. Les boîtes à balles sont aussi, d'après leur calibre, mises dans des fortes caisses par quintaux et conservées dans des lieux parfaitement secs.

Les cartouches, les bombes d'artifice et les différents moyens d'inflammation sont toujours déposés dans des caisses en bois appropriées à cet effet, avec ou sans étoupe, et conservés dans des dépôts de munitions ou dans des magasins à poudre. Les balles à feu et les boulets incendiaires sont suspendus par une corde et soutenus par dessous.

596. Pour pouvoir transporter vite et facilement les divers objets de matériel dans des étages plus élevés, ou pour faciliter le chargement et le déchargement à l'entrée, on établit des mécanismes, et des grues, qui consistent en treuils verticaux, tournant autour de tourillons en fer. Mais ces machines ne pouvant se transporter partout, on a dans les magasins, pour élever et descendre les lourds fardeaux et les bouches à feu, des chèvres (fig. 99). Elles se composent de 3 ou 4 hanches, réunies en haut par une forte poulie et qui laissent entre elles à la partie inférieure, l'intervalle d'un



affût. Un cable est enroulé sur la poulie et sur un treuil compris entre les hanches. Il sert à élever les pièces.

Pour enlever les colis et les transporter à une distance peu considérable, on emploie le *trique-balle*, voiture montée en arrière sur des roues élevées. Elle porte une crémaillère terminée par un crochet. Pour soulever le fardeau, on lève la longue flèche, on suspend le fardeau au crochet de la crémaillère et on abaisse la flèche avec une corde, l'objet est enlevé. La machine agit comme un cric et elle peut être conduite à bras d'homme.

Les artilleurs, en temps de paix, doivent être exercés non-seulement aux manœuvres de campagne, siége, place, etc., mais encore à faire mouvoir les machines avec adresse et régularité ; c'est ce qui constitue les *manœuvres de force*.

Fusées de guerre. Considérations générales.

597. Indépendamment des armes à feu décrites ci-dessus, on a adopté dans plusieurs États, depuis quelques années, des fusées nommées *fusées à la congrève*, *fusées incendiaires*, *fusées de guerre*

(§. 69), et elles sont aujourd'hui tellement perfectionnées qu'elles l'emportent sur tous les autres artifices de guerre.

Les fusées consistent en un cartouche cylindrique fermé à la partie supérieure, et qui contient une composition de salpêtre, charbon et soufre, mêlée intimement et battue avec force. Pour lui assurer une direction constante, on fixe aux fusées une baguette en bois plus ou moins longue. On lance les fusées en mettant le feu par l'extrémité la plus basse où se trouve la mèche.

Les gaz qui se produisent développant leur force expansive dans toutes les directions, les parois latérales des fusées doivent être assez fortes pour y résister, et les pressions dans le sens du diamètre se font équilibre, comme dans toutes les armes à feu; mais sur le haut et sur le bas, l'équilibre n'a plus lieu. A la partie inférieure, le gaz sort avec violence; la partie supérieure, telle que la culasse d'une bouche à feu, résiste; et la même cause qui dans les armes produit le recul fait monter la fusée dès qu'il s'est développé la quantité de gaz nécessaire pour en surmonter le poids. La vitesse initiale est, dans les instants suivants, accélérée par les développements successifs du gaz, et

cet effet dure jusqu'à combustion complète de la composition. Le mouvement des fusées est donc soumis aux mêmes lois que celui des autres projectiles à feux courbes. Les fusées de réjouissance sont munies à leur extrémité supérieure d'un pétard ou d'une garniture. Le premier la fait éclater avec bruit, la seconde est destinée à récréer l'œil du spectateur par des feux de diverses couleurs ou des serpenteaux.

598. L'enveloppe des fusées de guerre est cylindrique ou se rétrécit un peu en arrière (fig. 149 et 150), Elle a 6 à 12 calibres de longueur. Elle n'est pas formée de carton roulé comme celle des fusées de réjouissance, mais elle se fait en tôle de fer ou de cuivre. Elle est seulement emboutie en Angleterre, soudée en France, rivée sur les arêtes en Autriche et surmontée souvent d'un pot et d'un chapiteau conique de fer, qui contiennent une composition brûlant vivement ; la plupart du temps on fixe aux cartouches, soit avec de la ficelle, soit avec des bandelettes croisées de tôle, des boulets, obus, bombes, projectiles incendiaires, boîtes, obus à balles, projectiles à éclater, garniture. Les projectiles creux portent une fusée dont l'inflammation est déterminée, soit par le choc, soit par la com-

bustion de la composition de la fusée volante et le feu est ainsi transmis à la charge destinée à faire éclater.

Pour que le massif enflammé mette seulement le feu à l'amorce de la garniture et pour que celle-ci ne vienne point à s'enflammer prématurément, il y a entre la composition et cette garniture une couche circulaire d'argile (*dd*) autour de l'amorce. A l'extrémité inférieure on introduit un brin de mèche à étoupilles.

La composition fusante *a* et le massif *b* consistent comme on l'a indiqué ci-dessus, en salpêtre, charbon et soufre fortement battus ou soumis à la presse, mais jamais en poudre en grain, parce que la combustion de cette dernière aurait lieu si rapidement et avec tant de violence que les fusées éclateraient instantanément, ou ne prendraient pas la direction voulue. Quelques auteurs prétendent qu'on peut y joindre du chlorate de potasse, mais le fait paraît invraisemblable. L'ouverture du cartouche opposée au chapiteau est aujourd'hui, particulièrement en Angleterre et en Russie, fermée par une plaque percée de cinq trous dans le milieu de laquelle est vissé le bout d'une baguette en bois



placée dans la direction de l'axe, et dont la longueur est de 28 à 40 calibres. Autrefois la baguette était fixée latéralement et assujettie au cartouche par des étriers et crampons. Ce mode est encore en usage en Autriche.

Au-dessus de cette plaque, à l'intérieur de la fusée, est l'âme *c* longue de 3 à 6 calibres. Elle est conique ou cylindrique et formée suivant l'axe de la composition par le battage sur une broche. Ce vide intérieur offre l'avantage, d'augmenter à un instant donné, la surface d'inflammation, et le gaz se répand au milieu de vives étincelles dans les cinq trous de la plaque. La largeur et les autres propriétés de l'ouverture sont essentielles pour apprécier la rapidité du tir de la fusée avec la même composition. Si elle est trop étroite, le gaz qui se dégage dans la combustion lente de la composition ne trouve plus un débouché suffisant. Il réagit contre les parois, et au lieu d'augmenter la rapidité, il donne beaucoup de fumée, lorsque même il ne fait pas crever l'enveloppe.

599. Chaque fusée peut être regardée comme un poids qui doit être transporté dans un lieu déterminé par la force développée par la composition. Dans les fusées de réjouissance, on cherche à faire

en sorte qu'elles s'élèvent en hauteur autant que possible, aussi les appelle-t-on *fusées volantes*. On n'a en vue de leur donner aucune direction déterminée, mais on doit se préoccuper de faire en sorte que les restes du cartouche et la baguette, en tombant, n'occasionnent pas d'accident. On peut au besoin les employer comme *fusées de signaux* et suivant l'époque de la journée, on emploie diverses garnitures et on s'en sert la nuit pour donner des signaux télégraphiques.

La trajectoire des fusées de guerre devant atteindre un but fixé, il importe qu'elle soit déterminée autant que possible. Trois forces influent sur cette trajectoire, de même que pour les projectiles (§§, 314 à 322). D'abord la force développée par la combustion de la composition. Elle n'agit point instantanément comme la charge des armes à feu, mais elle produit un effet continu jusques au moment où elle est entièrement consumée. Cette force agit suivant la direction de l'axe de l'âme du cartouche cylindrique, et produit un mouvement en sens contraire, analogue au recul du canon, qui provient du développement du gaz. La seconde force est l'action de la pesanteur qui se manifeste au centre de gravité de la fusée; mais

la position primitive de ce centre varie à chaque instant avec le progrès de la combustion de la fusée.. Ce changement dans la position du centre de gravité influe encore plus lorsque la baguette n'est pas directement dans l'axe de l'âme, mais sur le côté du cartouche ; le centre de gravité ne peut alors jamais se trouver sur l'axe. Les Anglais placent le centre de gravité sur une baguette en pyramide octogonale, les Autrichiens emploient des baguettes en prisme quadrangulaire et placent le centre de gravité dans le cartouche. Il en résulte moins de déviations pendant la combustion. Enfin, il faut considérer la résistance de l'air. Pour permettre aux fusées de la surmonter plus facilement, on les munit d'un chapiteau en pointe et cette disposition est aujourd'hui appliquée aux projectiles des armes à feu rayées.

L'action combinée de ces trois forces dans les fusées autrichiennes ne produit pas une trajectoire conforme aux lois de la ballistique. Il résulte des épreuves faites qu'elles décrivent d'abord un petit arc convexe vers la terre *(aufschwung)*, et ensuite un grand arc concave. *(Elongation, fig.* 151.) La trajectoire des fusées anglaises, dont le centre de gravité reste toujours dans l'axe de l'âme, parce que la baguette est dans la direction de cet axe, et qui

sont tirées sur chevalet, forme une seule courbe concave vers la terre.

Lorsque la lumière est adaptée de côté sur le cartouche, elle donne issue à l'écoulement d'une partie du gaz; il en résulte, comme dans les fusils, une pression latérale qui fait dévier en sens opposé les fusées. Cette déviation se nomme *déclinaison*.

Les Américains donnent à l'ouverture de leurs fusées la forme d'une vis, pour leur imprimer un mouvement de rotation autour de l'axe, ce qui rend superflu l'emploi de la baguette comme élément directeur. Leurs efforts ont été couronnés de succès.

600. Le mouvement des fusées permet de lancer sur l'ennemi toute sorte de projectiles de percussion et de concussion, parce que le chapiteau reste toujours en avant, et leur éclatement a lieu avec certitude, ce qui manque souvent dans le tir des bouches à feu par suite du mouvement de rotation. — Les projectiles, dans le tir des bouches à feu, doivent être assortis avec le calibre de ces bouches à feu. Avec les fusées, au contraire, on peut tirer diverses espèces de projectiles pour lesquelles on ne possède aucune bouche à feu convenable, en admettant certaines relations entre le poids des

[redacted]

fusées, leur calibre, la composition, l'ouverture de la lumière, la position de la baguette, celle du centre de gravité et la portée. Enfin le pointeur doit suivre attentivement la trajectoire et rectifier les erreurs de direction.

Diverses espèces de fusées.

601. On distingue, en général, les fusées : 1° d'après la nature de leur trajectoire, *fusées rasantes*, *fusées à feux courbes ;* 2° d'après le calibre de leur cartouche (2 pouces, 2 pouces 1/2, 4 pouces), les 2 premières destinées au service de campagne, la dernière à la guerre de siége, ou de côte et à la marine ; 3° d'après la destination de leurs projectiles ayant pour objet d'incendier ou d'éclairer. Dans quelques États, on les différencie par le poids du cartouche réuni au projectile creux, ou d'après le poids du projectile de plomb, dont le diamètre est égal à celui du cartouche.

Les fusées à boulets pleins sont plus rares, parce que le poids du projectile porte le centre de gravité tellement en avant, que de semblables fusées ne peuvent être lancées et que le projectile ne peut être dirigé comme celui qui est creux, et qui, non-

seulement par le choc, mais par les éclats agissant dans un plus grand espace, est plus meurtrier pour l'ennemi. Les parois de ces projectiles creux peuvent avoir un peu moins d'épaisseur que ceux destinés au tir des bouches à feu, lesquels ont à supporter non-seulement l'explosion instantanée de la charge, mais à résister au choc provenant des battements dans l'intérieur de l'âme. Ces projectiles creux peuvent être remplis de balles de plomb, et les fusées sont alors appelées *fusées à Shrapnel*. Les boîtes de fer des fusées incendiaires ont souvent la forme d'un cylindre terminé par un cône ou par une demi-sphère, suivant qu'elles doivent ou non s'enfoncer dans le corps à enflammer. La boîte peut aussi contenir une composition destinée à éclairer, et la fusée peut être munie d'un parachute. Ce parachute a 4 ou 5 pieds de diamètre ; il est lié par une chaîne à la boîte, qui contient la composition à éclairer, et qui est munie d'une fusée. Ce parachute est assemblé avec un réservoir cylindrique muni d'un chapiteau en pointe, et il porte entre les plis des bouts de ficelle pour l'empêcher de se déchirer et lui permettre de s'étendre. Enfin il y a les fusées à pétard. Elles servent pour démolir les remparts, en s'y enfonçant de 15 pieds. Alors la longue coiffe

pointue en tôle est remplie de poudre en grain, tandis que, dans le massif, la composition brûle lentement.

On a déjà mentionné, § 266, les fusées tirées avec armes portatives. Elles se divisent également en fusées incendiaires et en fusées d'éclairage. Elles consistent en cartouches minces de cuivre de 1,5 pouce de longueur et du calibre de l'arme; on les remplit avec un peu de poudre à mousquet et de la composition de nature à incendier ou à éclairer. A la partie supérieure se trouve une balle fixée à la cartouche, et à la partie inférieure l'ouverture d'inflammation. La charge de poudre de l'arme est, comme pour les carabines, de 1 1/2 quint. Le 8e corps d'armée allemand a été très-satisfait des résultats, soit pour la facilité du tir, soit pour la facilité d'inflammation. En 1852, en Wurtemberg, avec des carabines du système de Wild, sur 2,000 coups tirés de 200 à 400 pas (151m. à 302m.), et avec des inclinaisons de 5 à 20 minutes, les 3/4 des coups ont porté.

Affûts pour tirer les fusées.

602. Le principal avantage des fusées, c'est qu'elles peuvent être tirées avec un affût bien sim-

ple, et même, au besoin, sans affût. Le système peut être fort léger et transportable, car il n'a pas à supporter un violent recul. Un seul homme peut suffire à la manœuvre; ainsi l'appareil exige peu d'espace. Le but essentiel des fusées est donc de produire, par l'action d'un seul homme, le même effet qu'on obtiendrait dans le tir des pièces, avec le concours de plusieurs hommes et de plusieurs chevaux.

Tant que les baguettes ont été adaptées de côté aux cartouches, on s'est servi, pour tirer les fusées, de chevalets tels que ceux employés dans les écoles ou par les peintres ; maintenant on se sert de différents systèmes pour les lancer : *Raketen geslette*, *Raketen stative*, *Raketen geschusse*. Chaque artillerie a son système particulier.

On a des tubes en tôle de fer ou de cuivre. munis de pieds aux extrémités, pour les élever et leur donner diverses inclinaisons. On les emploie en Angleterre pour les petits calibres, et ils ne sont guères plus lourds que le fusil d'infanterie (*fig.* 153).

Pour les calibres lourds, on emploie des tubes montés sur des affûts légers et des orgues composés de plusieurs tubes rapprochés, avec

lesquels on peut tirer plusieurs fusées, par exemple 20 de 3 livres.

Les fusées de lourd calibre sont transportées dans les caisses des avant-trains appartenant à ces affûts, et les baguettes dans les caisses sur les affûts. Les fusées de petit calibre peuvent être portées dans des poches par les fantassins ou par les cavaliers et les baguettes comme des fusils ou des lances.

Lorsque la baguette est fixée de côté aux cartouches, comme par exemple en Autriche, on peut se servir de tubes tels que ceux qui ont été décrits; on se sert aussi de trépieds (*fig.* 152), sur lesquels est adapté un tube muni d'un quart de cercle, de telle sorte qu'on puisse le placer, soit horizontalement, soit sous une inclinaison déterminée. On fait feu avec une platine percutante que l'on meut à l'aide d'une chaînette. Ce système de trépied a été adopté en Russie, en France et en Grèce, avec quelques modifications pour la guerre de campagne.

L'affût à fusées, pour le service de siége, est semblable à celui décrit ci-dessus, mais il est muni de moyens de pointage plus certains. Contre un but d'une certaine étendue, les fusées, comme nous l'avons dit, peuvent être tirées sans affût; on les

placée à terre, en leur donnant une légère inclinaison, et on met le feu. Plusieurs fusées placées l'une contre l'autre peuvent être ainsi tirées simultanément.

Emploi et justesse du tir des fusées.

603. Du mode d'affût adopté dépend naturellement la disposition à donner aux fusées, le moyen de les diriger et de mettre le feu. On emploie, comme pour les bouches à feu, la mèche, la lance à feu, la platine percutante ou l'étoupille à friction. Si la baguette n'est pas dans l'axe de l'âme, mais de côté, elle doit être, autant que possible, parallèle à cet axe et placée à la partie supérieure. Il faut 4 servants pour le tir des fusées. Ces servants peuvent être à pied ou montés sur les voitures qui transportent les fusées et leurs affûts, ou même les accompagner à cheval.

Dans les montagnes, on emploie des mulets au transport des fusées et des affûts, il ne faut pas leur faire porter plus de 2 quintaux. Il résulte d'épreuves faites en France que les fusées doivent être transportées avec grand soin, pour éviter que les cahots de la voiture n'exercent leur

action sur la composition. D'où résulterait irrégularité dans la combustion et dans le développement des gaz. On pourrait même craindre que la flamme ne traversât.

604. Dans chaque État on a fait, sur la portée et sur la justesse de tir des fusées, des épreuves dont les résultats ont souvent été contradictoires, d'où il suit qu'il est difficile d'avoir sur cet objet des données bien positives. Les uns affectionnent ces armes, les autres en font peu de cas. Toutefois, tous les grands États ont des fusées. Elles ont même déjà été employées à la guerre, mais les renseignements officiels manquent.

Les fusées autrichiennes de 2 pouces, de la pièce de 6, qui tirent des obus de 3 livres 1/4, sont employées dans le tir rasant, le tir à ricochet et le tir incliné, dans le premier cas, contre un objet rapproché, à 250 pas (189^{m}). Toute la portée s'étend à 900 pas (680^{m}), mais après le premier choc, l'obus se sépare de la fusée, à laquelle il est lié par une simple ficelle.

Le tir à ricochet a sur celui des bouches à feu l'avantage que le projectile n'enfonce pas aussi profondément en terre, et que la hauteur du ricochet dépasse rarement celle d'un homme. Les fu-

sées produisent beaucoup d'effet sur les troupes au repos, La plus grande portée du premier choc est de 800 pas (604^m), la distance parcourue avec le ricochet est de 1,100 (830^m), et le tir à toute volée de 1,400 (1,057^m).

Le tir incliné est employé comme celui des canons, lorsque l'ennemi ne peut plus être atteint par le tir rasant. La plus grande distance du premier choc est de 800 pas (604^m); la portée totale est de 1,150 (868^m). Dans ces trois genres de tir, tout le système, boulets, obus, cartouches, baguettes produisent leur effet contre les troupes, dans le voisinage du premier choc, de 700 à 800 pas (529 à 664^m). Vers l'extrémité de la trajectoire, les projectiles creux produisent seuls un effet destructeur sur le bois, les ouvrages en terre et les troupes.

Le cartouche enflamme les objets dans lesquels il pénètre, et cette inflammation peut se propager sur les points environnants.

Les fusées à feux courbes de 2 pouces, de la pièce de 6, sont armées d'un obus de 5 livres; tirées sous l'inclinaison de 20°, elles atteignent la distance de 800 pas, et sont employées contre des objets couverts; elles pénètrent comme projectiles

creux et mettent le feu. Leurs portées, vu le poids du projectile, sont moindres que celles des fusées à feux directs.

Les boîtes à balles des fusées contiennent 28 balles de 3 loths. Elles se tirent sur un but situé de 120 à 150 pas. Les balles, en vertu de la vitesse obtenue, portent encore de 300 à 400 pas, et lorsque le terrain est favorable, traversent encore à 600 pas une planche de 1 pouce.

Les fusées incendiaires portent une boîte de fer cylindro-sphérique ou cylindro-conique, ayant 6 ouvertures rondes fermées avec des bouchons, par lesquelles la composition enflammée se répand au dehors. Pour l'effet incendiaire, elles sont supérieures aux projectiles creux.

Les fusées à feux courbes de 2 pouces 1/2, pour pièces de 12, ont des obus de 6 à 8 livres et donnent une portée qui peut s'étendre de 600 à 1,200 pas (453^{m} à 906^{m}). Les fusées qui tirent des obus de 12 livres, ou des bombes de 16, n'appartiennent plus, en Autriche, aux batteries de campagne, mais au matériel de siége, où elles sont d'un bon service.

605. En Angleterre, de nouvelles épreuves sur les fusées paraissent avoir fait reconnaître qu'elles

ont au moins autant de justesse de tir que les obusiers courts usités jusqu'à présent.

En tirant des fusées de 6 livres, sous l'angle de 9°, la portée a été de 1,000 à 1,200 pas (755m à 906m). 1/4 ont porté. En tirant des fusées de 12, sous l'angle de 20°, la portée a été de 2,200 à 2,600 pas (1,664m à 1,963m). 1/6 ont atteint le but.

L'influence du vent est moins considérable, lorsqu'il frappe la fusée latéralement que en avant ou en arrière.

606. Si l'on compare les fusées aux bouches à feu de même calibre, on trouve, il est vrai, qu'elles n'ont pas la même puissance de démontage, mais leur force est suffisante, même dans les petits calibres, pour mettre hors de combat les hommes et les chevaux. Or, l'expérience démontre que les feux de l'artillerie sont plutôt éteints par suite des pertes en hommes et en chevaux, que par le démontage des pièces. La fusée de guerre paraît donc suffisante pour le service de campagne. Quant aux gros calibres, ils peuvent servir comme moyens de destruction dans les bombardements, peut-être aussi contre les fortifications; dans les pays de montagne, où aucune autre bouche à feu n'est transportable,

elles peuvent être très-utiles, et dans le service de campagne ordinaire, surtout dans leur emploi contre la cavalerie, elles donnent un supplément aux armes déjà existantes. En tenant compte d'ailleurs du prix de la confection et du transport des bouches à feu, tandis que les fusées peu dispendieuses trouvent en elles-mêmes leur force de projection et réunissent à la fois le projectile et la bouche à feu, on est amené à conclure que ce moyen de combat est très-digne d'attention.

Toutefois, il y a lieu de reconnaître que les petites fusées peuvent coûter 5 florins, les moyennes de 10 à 12, et les grosses de 20 à 25, et que leur confection, leur conservation et leur transport ne sont pas exempts de difficultés.

Autres artifices.

607. Il reste à parler de quelques moyens de destruction, savoir : *globes fumants*, *bombes roulantes*, *barils et caisses foudroyants*, *sacs foudroyants*, *tourteaux goudronnés*, *pétards*.

608. Les *globes fumants* consistent en un boulet creux de carton, rempli d'une composition dont les principaux éléments sont de la poix, du suif et

d'autres matières produisant une forte fumée. Ils servent, soit à se dérober aux vues de l'ennemi, soit à le chasser des mines, soit à donner des signaux de jour. Pour rendre les mines inhabitables, on emploie aussi des sacs foudroyants, ou de simples obus dont la charge développe en éclatant des vapeurs qui produisent le même effet.

609. Les *bombes roulantes* ne sont autre chose que de grosses bombes ordinaires, ou d'une épaisseur un peu moindre de métal, que l'on fait rouler sur un plan incliné en planches. On fait de même rouler contre l'ennemi des barils et caisses foudroyants, remplis d'obus, de roche à feu, de poudre, qui s'enflamment par des mèches de communication.

610. Les *sacs à poudre et foudroyants* sont des cartouches de carton recouverts de treillis, ayant environ 1 pied (0m,314) de longueur, 3 pouces (0m,0786 de diamètre, remplis de poudre, de roche à feu, d'une grenade à main, et munis d'une fusée pour les enflammer. On les lance avec des mortiers. On les nomme alors plus particulièrement *sacs à poudre* (pulver sacke) et si on les lance à la main, *sacs foudroyants* (sturm sacke).

611. Les *tourteaux goudronnés* sont des couron-

nes de 6 pouces (0^m,1572) de diamètre, formées de mèches entrelacées, ou de bois de fascinage tressés de 12 à 15 pouces (0^m,314 à 0^m,393) de longueur qu'on fait bouillir dans une composition très-inflammable, et au moyen desquels on enflamme les objets inaccessibles.

On les fait aussi avec des cordages ordinaires ou de la paille.

612. Les *pétards* servent à faire sauter des portes, etc., et consistent en un vase sous forme de cloche, rempli de poudre, fixé sur un plateau *(matrill bret)*, et muni d'une fusée. Le plateau est suspendu à une porte et soutenu par un appui en bois. On met le feu à la fusée, et le pétard détonnant brise la porte.

Des épreuves récentes prouvent qu'on peut obtenir les mêmes effets avec un simple sac à poudre, ou avec une bombe chargée. Aussi le pétard, inventé en 1579 par les Huguenots, et employé souvent avec succès, est-il tombé en désuétude.

613. Indépendamment de ces artifices, il y a encore bien des moyens de destruction connus sous la dénomination de *machines infernales*. Elles consistent en récipients remplis de poudre, qui sont transportés sur une voiture et produisent l'ef-

fet d'une petite mine mobile. Une autre espèce est formée par la réunion de plusieurs canons de fusils chargés à balle, auxquels on met le feu simultanément. Enfin, une 3ᵉ espèce a été employée en 1859, à Paris, dans un but criminel. Elle consiste en grenades à main qui éclatent en tombant sur la terre, et particulièrement sur le pavé. Elles ont 4 pouces de diamètre, 1/2 pouce d'épaisseur de métal, une longueur de 6 pouces. Leur forme est celle d'une poire, vraisemblablement pour permettre de les lancer plus facilement. La charge destinée à faire éclater consiste en chlorate de potasse. Le feu est communiqué par 6 capsules placées dans des cheminées.

Les machines infernales peuvent être employées à la guerre, lorsque l'on connaît la route que doivent suivre les ennemis. On peut faire mention aussi des brûlots employés dans la guerre maritime et dont l'emploi est connu depuis longtemps.

Armes défensives.

614. On comprend sous cette dénomination toutes les armes susceptibles d'atténuer ou de détruire l'effet des moyens offensifs de l'ennemi. On

doit toujours, avant de s'en servir, les éprouver à l'arme blanche et à l'arme à feu, pour reconnaître leurs avantages réels, comparativement aux inconvénients résultant de leur poids.

Contre les armes blanches existantes, on pourrait facilement garantir le corps, mais les inconvénients du poids et la gêne d'une armure en tôle de fer l'emportent sur son utilité réelle, et on ne voit nulle part d'armure complète comme dans l'ancien temps (§ 28, etc.).

Contre les armes à feu, il n'est pas facile de se couvrir complètement. Contre les bouches à feu, cela est complètement impossible avec une armure portative. On peut cependant se garantir des balles de fusil, en se couvrant non-seulement de plaques de tôle, mais d'un tissu de cuir fort, de coussins épais de soie et de coton. Ces moyens de défense rendraient immobiles les gens de guerre, si on voulait les couvrir de la tête aux pieds. On s'est borné assez généralement à garantir la tête et la poitrine.

615. Toutes les troupes ont généralement leur tête garantie par une forte coiffure, telle que *sacko*, ou *casque* de cuir ou de métal, de forme variable, la plupart du temps muni d'une *crinière* avec *visière*,

couvre-nuque et *jugulaires* d'écailles, qui les fixent, et garantissent les tempes et les côtés de la tête. Ce genre de coiffure ne doit être ni trop lourd, ni incommode. Le centre de gravité doit s'élever peu au-dessus de la tête, sans quoi il en résulterait un vacillement gênant, surtout pour la cavalerie, dans le combat corps à corps.

616. Quant à la défense de la poitrine, on a, dans beaucoup d'armées, des corps de cavalerie composés d'hommes et de chevaux très-forts, et destinés principalement à combattre en ligne. Ces corps ont reçu la cuirasse (*fig.* 154). Elle consiste en une plaque de tôle de fer ou d'acier présentant une arête au milieu, des surfaces arrondies des deux côtés, et recouverte ou ornée d'une feuille de laiton.

La cuirasse peut être simple comme celle des cuirassiers autrichiens, peser 9 à 11 liv. (4k.94 à 6k.16). Elle est soutenue par des courroies qui font le tour du corps et couvrent le dos et les épaules, ou bien elle est double, présente une deuxième plaque qui couvre le dos du cavalier; des supports *c*, et des courroies *e* réunissent tout le système autour du corps. Pour l'éprouver, on tire sur le plastron, à 50 pas (37^{m},75) de distance. Son

poids est de 11 liv. 1/4 (6k.44). Le dos pèse 5 liv. (2 k.811). Le poids total peut être diminué de 1 liv. 3/4 (0 k.980).

On doit aussi protéger le devant des sapeurs avec une cuirasse simple, du poids de 13 liv. 1/2 (7k.56). Elle ne sert plus à petite distance. On garantit leur tête par un morion pesant 8 liv. 1/4 (4 k.62).

(1) Il y a en France 3 modèles de cuirasse : 1° modèle 1825, en étoffe de fer et d'acier; 2° modèle de 1854, pour cuirassier de la garde impériale; 3° modèle 1855, pour cuirassier et carabinier. Ces deux derniers modèles sont en acier fondu. Pour les carabiniers, le plastron et le dos sont plaqués en laiton.

Les plastrons avec garnitures pèsent suivant la taille :

	Modèle 1825.	Modèle 1855.
Cuirasse de cuirassier	— de 6 k. 300 à 5 k. 590	— de 4 k. 200 à 3 k. 670.
Cuirasse de carabinier	— de 7 k. 080 à 6 k. 580	— de 5 k 210 à 4 k. 560.

L'épreuve consiste à tirer sur chacun des plastrons les plus légers, vers le milieu de sa surface, trois balles. (Fusil d'infanterie, charge ordinaire de guerre; distance 40 m.). Le plastron ne doit être traversé par aucune des trois balles. On tolère qu'il soit déchiré par l'une d'elles.

Les dos sont seulement visités et ajustés avec les plastrons.

Note sur la fabrication du fer correspondant à la page 86 *du* JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES. (*Juillet et août* 1859.)

Lorsqu'on veut convertir la fonte en fer ductile, on peut employer deux méthodes, l'*affinage à l'allemande* ou le *puddlage*. Dans le premier cas, on divise la gueuse, et on en porte une partie dans un fourneau, où elle est entourée de charbon de bois; là elle se liquéfie sous le vent des soufflets qui la décarbonisent. Des grumeaux de fer se forment; on les rassemble et on en chasse le laitier et le carbone qu'ils peuvent encore contenir, en les cinglant sous un marteau. On obtient ainsi une masse de fer appelée *loupe*, qu'on étire en barres sous le marteau.

Dans le *puddlage* ou *affinage à l'anglaise*, on met la fonte dans des fours à réverbère et on la brassé fortement. Lorsqu'elle est décarburée, on en réunit une certaine masse que l'on comprime sous un cylindre, et que l'on met en barres également sous le cylindre d'un laminoir. Dans ce procédé, on ne traite que des fontes blanches ou des fontes grises blanchies par le *finage*.

Note sur la fabrication de l'acier, correspondant à la page 94 *du* JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES (*Juillet et août* 1859.)

L'acier naturel ou de forge s'extrait de la fonte dans un fourneau semblable à celui d'affinage. On dirige le vent plus horizontalement et on en donne moins. Il arrive un moment où la fonte, après s'être ramollie, reprend de la solidité. C'est un signe que la fonte est convertie en acier.

Pour fabriquer l'acier de cémentation, on prend des barres de fer d'une faible épaisseur; on les place dans des caisses en poterie, par couches alternatives avec un ciment, formé d'un mélange composé de charbon, suie, cendre et sel marin. Les caisses sont disposées dans un four que l'on chauffe fortement pendant sept à huit jours. Lorsqu'on juge l'opération achevée, on laisse refroidir, et on trouve les barres converties en acier, couvert de petites soufflures et qu'il reste à chauffer et à forger pour le rendre plus homogène.

Depuis peu d'années on a appliqué le puddlage à la confection de l'acier. En décarburant la fonte dans un four à reverbère un peu moins que pour obtenir le fer on obtient l'*acier puddlé*.

(*Note du traducteur.*)

SUITE ET FIN

DE LA

NOTICE HISTORIQUE

SUR L'ARTILLERIE

ET SUBSIDIAIREMENT SUR L'ARMÉE FRANÇAISE.

Voir la première partie (1).

Il reste à exposer les changements les plus récents effectués dans le matériel et dans l'organisation du personnel de l'armée française, et à mentionner succinctement les dernières opérations militaires auxquelles cette armée a pris part.

On a fait connaître, dans la deuxième partie, les perfectionnements que l'application du système rayé aux armes portatives avait apportés dans l'emploi de ces armes. On était naturellement conduit à chercher à étendre ces perfectionnements aux bouches à feu.

L'idée des canons rayés et des projectiles allongés

(1) Lorsque l'artillerie de toutes les puissances est dans une période de transition, on ne pouvait omettre, dans un travail sur les armes, la question des canons rayés. Ici les documents officiels manquent complètement? Les notions consignées ci-dessus sont puisées dans des brochures, des revues ou des journaux publiés à l'étranger.

n'est pas très-moderne, quoiqu'on n'y ait pas, dans l'origine, attaché la même importance qu'aujourd'hui. Il existe à Berlin, au musée d'artillerie de Munich, au musée d'artillerie français des pièces rayées construites dans les dix-septième et dix-huitième siècle. Les projectiles allongés ont été employés même avant l'invention des pièces rayées.

En 1816, M. de Reichenbach, capitaine d'artillerie bavarois, expérimenta à Munich un canon ayant 32 millim, de diamètre intérieur, muni de 7 rayures, avec lequel on tirait des boulets en plomb de forme cylindro-conique garnis de 7 ailettes en fonte. On obtint avec cette pièce des portées et des effets très-remarquables. Cependant elle ne fut pas adoptée parce que l'on s'exagéra les difficultés d'effectuer le chargement par la bouche lorsque la pièce était encrassée.

Ce fut plus tard, et par suite des résultats obtenus, dans le tir des armes portatives, que l'on comprit combien l'emploi des rayures était susceptible d'augmenter la puissance d'action des bouches à feu.

PIÉMONT.

Système Cavalli.

En 1833, des épreuves avaient lieu à Turin sur une pièce en fonte de fer de l'invention de M. Cavalli, alors major d'artillerie piémontais, aujourd'hui général.

Cette pièce, qui se charge par la culasse, est formée de deux parties : 1° un tube en fonte ayant extérieurement 8 pouces de diamètre et intérieurement le calibre de 30 (165 ^{mm}); 2° le massif de la culasse dans lequel est pratiquée une ouverture dirigée horizontalement et perpendiculairement à l'axe du canon. On glisse dans cette ouverture un coin muni d'une poignée à chaque extrémité et dont l'une des faces formant le fond de l'âme est perpendiculaire à l'axe de la pièce, tandis que la face opposée est inclinée sur cet axe.

La charge étant introduite, on pousse avec force le coin dans son encastrement. Entre le coin et la charge se trouve un cylindre en fonte de forme concave à la partie antérieure et terminé en arrière par un anneau en cuivre qui, par suite de son

élasticité, ferme hermétiquement l'âme par la pression du coin.

Plus tard Cavalli forma dans ce canon deux rayures diamétralement opposées.

Longueur du canon y compris la culasse. 2^m,67
Poids . . . . , ... 3350 kil.

Le projectile était ou cylindro-conique (longueur 0^m,42) ou cylindro-ogival (longueur 0,38), il pesait 30 à 31 k., il était armé de 2 longues ailettes héliçoïdales en saillie.

Dans l'été de 1846 on éprouva, en Suède, une de ces bouches à feu à 2 rayures faisant un tour sur 5 mètres. Sous l'angle de 13° à la charge du quart, elle donna un tir très-exact portant à 3,500 m. On remarqua seulement une déviation latérale constante à droite (dérivation), due au mouvement de rotation du projectile (§ 321, p. 352).

Les plus grandes portées obtenues avec le ricochet furent de 4,050 m. sous l'angle de 5°, et de 4,150 m. sous celui de 15°.

Des essais, faits à Turin en 1854, donnèrent sous l'angle de 25° à 30°, pour des portées de plus de 5,000 m., une déviation de 4^m,77.

Pour ce qui concerne la force de percussion du projectile oblong on constata qu'à la distance de

2,650 m. il pénètre dans les terres jusqu'à une profondeur de 3^m,50.

SUÈDE ET PRUSSE.

Système Wahrendorf.

M. le baron de Wahrendorff, propriétaire de la fonderie d'Aker, en Suède, a, de son côté, en 1843, fait construire un canon rayé à bombe se chargeant par la culasse. Cette pièce, qu'il a modifiée en 1851, est percée à la partie supérieure de la culasse, de manière à permettre l'introduction d'un cylindre vertical qui traverse perpendiculairement un second cylindre évidé, assez semblable à une lanterne d'engrenage, qu'on introduit horizontalement par l'extrémité postérieure, suivant l'axe de la pièce, et qui se termine en avant par une sorte de culot contre lequel vient porter la charge.

Cette charge et le projectile sont contenus dans une chambre pratiquée dans la culasse. La pièce est munie de 6 rayures qui s'étendent de la bouche à l'origine de la chambre, dont le diamètre est un peu plus fort que celui de la bouche à feu.

Le projectile en fonte, et de forme cylindro-conique, est recouvert, sur la plus grande partie de son contour, d'une enveloppe conique en plomb; son noyau est creux; il présente, à sa partie antérieure, un canal de lumière surmonté d'une fusée. Lorsqu'on fait feu, le projectile, pressé par les gaz développés, s'engage par compression dans les rayures.

Résultats du tir d'un canon rayé de 12 livres sur une cible de 4 pieds carrés.

Charge.	Poids du projectile.	Distance.	
1 liv.	24 livres.	400 pas.	Tous les coups ont porté.
1 1/2	» —	800 —	Les boulets oblongs ont ricoché, sans déviation.

Les forteresses suédoises, celles de Prusse, notamment les places de Kœnigsberg, de Weichselmünde, de Pillau, de Colberg, de Stettin, de Spandau, de Coblenz, doivent contenir des pièces rayées du système Warendorf. Il s'en trouve également du calibre de 8 pouces dans les batteries de Portsmouth en Angleterre.

ANGLETERRE.

Systèmes Armstrong et Withworth.

Le canon Armstrong se compose de 3 tubes de fer très-fin ou d'acier fondu soudés deux à deux,

bout à bout, sous un marteau à vapeur. Ces tubes sont formés de barres métalliques chauffées à blanc et roulées en spirale autour d'un cylindre d'un diamètre égal à celui du canon. Sur ces barres s'applique une seconde rangée de rubans qui se croise, à angle droit, avec la première.

A ce système, qui forme le tube du canon, il faut joindre la culasse, qui se compose de plusieurs pièces de fer forgé en forme de coin, disposées en long comme les douves d'un tonneau. Toutes ces parties sont unies et soudées ensemble, en une masse tubulaire, sous le marteau à vapeur.

Le canon est achevé, foré, dressé. On y taille 40 rayures très-fines, ayant 1/8 de pouce de profondeur, et formant une révolution complète sur une longueur de 10 pieds 6 pouces. La culasse contient une chambre d'un diamètre un peu plus fort que celui de l'âme, qui seule est rayée. On taille un trou carré dans la partie supérieure de la culasse, vers l'emplacement ordinaire dela lumière, et on fixe à l'extrémité de cette culasse une vis à filets profonds et très-fins. Cette vis est creuse et laisse passage à la charge et au boulet conique, qu'on introduit dans la chambre; ensuite on en-

fonce en arrière, par l'ouverture supérieure, l'obturateur en acier revêtu de cuivre, destiné à fermer la culasse du canon. Il est fixé solidement derrière la charge par un simple tour de vis. La lumière est percée à travers l'obturateur. On y introduit une étoupille à friction qui pénètre jusqu'à la chambre.

Après le feu, la vis est tournée à l'aide d'une poignée, l'obturateur est retiré, on éponge le canon à travers la vis creuse, puis on place de nouveau une charge et un projectile. La vis est serrée, et la pièce peut tirer deux coups en une seule minute.

La mire pour la longue portée est fixée de manière à corriger autant que possible l'effet de la dérivation.

Le projectile conique de fonte a une longueur de 2 diamètres 1/2 de l'âme. Il est muni de deux anneaux de plomb disposés de manière à engrener dans les rayures quand, par la force d'expansion des gaz, il est mis en mouvement. On peut fixer une fusée percutante à sa partie antérieure.

Principales données sur le canon Armstrong, comparé au canon ordinaire.

PIÈCES DE 12.

	POIDS.	NOMBRE DE CHEVAUX nécessaires pour l'attelage.	NOMBRE de COUPS qu'elle peut tirer.	PORTÉES.	PRIX de FABRICATION
Système ordinaire.	1900 liv.	6	800	1400 yards (1280^{m}), portée certaine la plus grande.	200 liv.
Système Armstrong	800 liv.	4	3500 sans détérior.	5,000 yards (4,570 mèt.)	250 liv.

PIÈCE DE 32.

	POIDS.	CHARGE.	PORTÉES.
Système ordinaire.	5,600 livres.	10 livres.	3,000 yards 2,742 mèt.)
Système Armstrong.	2,000 livres.	5 livres.	10,000 yards 9,140 mèt.)

Système Withworth.

La forme de l'âme présente une coupe hexagonale dont les angles sont arrondis. La bouche à feu se compose d'un tube rayé dans toute la longueur de la bouche à la culasse, laquelle est fermée, quand

la pièce est chargée, par un capuchon assez semblable à celui qui ferme un télescope ordinaire. Ce capuchon s'adapte à la culasse, qui, pour le recevoir, présente extérieurement la forme d'une vis. Il ne se détache pas complètement du canon, mais se dévisse à l'aide d'un levier, est amené en arrière et tourne à charnière, ce qui fait que l'âme du canon est libre dans toute sa longueur. On introduit le projectile et on pousse derrière lui la gargousse. On remet en place le capuchon, qui se ferme comme une porte; puis, avec trois tours de levier, on le visse à l'extrémité de la pièce. La lumière est percée au centre du capuchon dans le prolongement de l'axe de l'âme, et le feu se communique à la charge par l'intermédiaire d'une étoupille à friction.

La forme du projectile est variable, suivant son mode de destination. Dans le tir ordinaire, la tête est légèrement conique et arrondie; l'extrémité postérieure est aplatie et quelquefois évidée. La surface est garnie de boutons de même métal.

La charge de poudre est enfermée dans une boîte en ferblanc, dont la base est percée à son centre par un orifice qui correspond à la lumière, afin

que l'explosion de l'étoupille s'étende jusqu'à la poudre.

Après le tir, le capuchon ayant été dévissé et détourné, on retire la boîte et avec elle la plus grande partie du dépôt de crasse que laisse la combustion de la poudre.

Données principales relatives au système Whithworth.

PIÈCE DE 3.

DIAMÈTRE intérieur DU CANON.	LONGUEUR.	POIDS.	CHARGE.	ANGLE de TIR.	PORTÉE MOYENNE.	DÉVIATION MOYENNE.
1 po. 1/2 38 millim.	5 pi. 2 po. 1 m. 554	200 liv. 94 k	7 onc. 1/2 233 gr.	10°	4,174 yards 3,815 mèt	4,25 mèt. 3,89 mèt. à gauche.
				20°	6,772 yards 6,190 mèt.	8,50 yards 7,72 mèt.
				35°	9,578 yards 8,752 mèt.	57 » yards 52 » mèt. à droite.

PIÈCE DE 12.

Diamètre intérieur.	Longueur.	Charge.	Angle de tir.
3 pouces 76 mill.	6 pi. 2	28 onces. 870 gram.	1° 28′

8 coups tirés portèrent tous dans une cible placée à plus de 1,000 yards (914 mètres) dans un espace de 4 pieds carrés. Un boulet, après avoir tra-

versé la cible, alla raser le sable à 2,200 yards, puis à 3,000, enfin après avoir ricoché de 200 en 200 yards, il vint s'enterrer à 5,600 yards (5,120 mèt.).

Des expériences plus récentes ont donné des résultats encore plus favorables que les précédents, sous le rapport de la faiblesse des déviations.

Les deux systèmes décrits ci-dessus attirent en ce moment l'attention publique en Angleterre. Le chargement par la culasse, dans le canon Whitworth, semble plus facile et plus sûr que dans le canon Armstrong; la manœuvre est plus rapide, la portée plus longue, mais la vitesse initiale, faible dans le système Armstrong, est réduite presque à son minimum dans le système Whitworth, soit par suite de la longueur du projectile, soit par suite de la faiblesse des charges que la pièce paraît pouvoir supporter. La solidité de cette pièce semble très-contestable, et il est douteux qu'elle résiste à un tir précipité. Le canon Armstrong est plus léger, la justesse du tir en est remarquable. Il paraît susceptible de produire plus d'effets utiles. D'un autre côté, la vitesse initiale du projectile semble très-modérée. Dans des expériences sur des batteries flottantes, on n'a pu tirer utilement à une distance plus grande que 350 yards (320 mètres).

L'appareil est compliqué et le chargement lent ; le nombre des rayures est considérable. Ces rayures, peu profondes, s'encrassent facilement, et après chaque coup il faut procéder à un nettoyage difficile et minutieux. La longueur du canon a forcé à en diminuer l'épaisseur. Par suite on a perdu sous le rapport de la solidité, et plusieurs pièces ont éclaté dans le cours des épreuves qui ont constaté également le peu de solidité de l'affût.

Quant aux énormes portées obtenues particulièrement avec le canon Whitworth, et qui s'élèvent, dit-on, jusqu'à 10,000 yards (9,140 mètres), il ne faut pas en exagérer la valeur pratique. Sur un champ de bataille, le canonnier peut difficilement distinguer une ligne de troupes au-delà d'une certaine distance. Ce qu'il importe d'obtenir avant tout, c'est la justesse de tir. Cependant on peut trouver, principalement dans la défense des places et des côtes, une application utile d'une augmentation considérable de portée.

Deux batteries anglaises, du système Armstrong, ayant été embarquées pour la Chine, seront soumises à l'épreuve de la guerre.

Système Castmann.

L'américain Castmann a construit des bouches à feu en fonte de fer, de gros calibre, se chargeant par derrière. La fermeture à la culasse s'opère au moyen d'une vis de culasse formant chambre et qui, par un simple mécanisme, s'ajuste et se retire à volonté. Chaque bouche à feu est munie de 5 rayures de même largeur que les parties pleines comprises entre elles. Elle pèse 16 tonnes 1[2, dont 5 pour la vis de culasse.

En tirant avec cette pièce des boulets cylindro-coniques munis de cercles en plomb (charge 1 k. 35) (angle de 24°), on a obtenu la portée de 3,920 mètres. Le procédé de construction a été acheté par le gouvernement anglais.

ESPAGNE.

On confectionne, en Espagne, des bouches à feu rayées dans les fonderies de Séville, Trubia, Oviédo. Les calibres adoptés sont ceux de 4, 12 et 24. Le corps expéditionnaire du Maroc possédait plusieurs pièces de ce genre.

Les pièces de 4 portent à 3,000 mètres, avec faible déviation ; celles de 12, à 4,000 mètres, avec 8 mètres de déviation ; celles de 24, pour côte, à 8,000 mètres.

PORTUGAL.

Des épreuves ont constaté que le canon rayé de 4, sous une inclinaison de 1 degré, peut atteindre à 750 mètres le noir d'une cible. La trajectoire est assez rasante et après la première atteinte, il y en a encore 3 ou 4 dans l'étendue de 3 à 400 mètres.

FRANCE.

A la suite des épreuves sur le canon Cavalli, d'autres expériences eurent lieu à Vincennes. Plusieurs officiers, parmi lesquels on peut citer, en première ligne, M. Tamisier, proposèrent diverses modifications à donner au projectile. Pendant dix ans on chercha la solution du problème. Des expériences furent faites à Calais, avec un canon de 30 livres, du calibre de 164^{mm}.; les rayures, au nombre de deux, avaient 70^{mm}. de largeur et 10 de profondeur; l'hélice faisait un tour sur une longueur de

6 mètres. Le boulet était creux, de forme cylindro-ogivale et du poids de 24 k.; il portait deux boutons ayant une saillie de 10 millim., une largeur de 68 millim. et un vent de 3 millim. La charge était du 1/7 du poids du boulet (3 k. 5). Après bien des tâtonnements, on fut conduit à donner 6 rayures au canon et 12 ailettes en zinc au projectile.

Sous la direction de M. le général de Lahitte, président du comité d'artillerie, et par suite des travaux incessants de M. le colonel d'artillerie Treuille de Beaulieu, directeur de l'atelier de précision, l'ancien canon de 12, transformé en calibre de 12 rayé, a été adopté comme pièce de siége. Tous les calibres supérieurs ont été abandonnés, et on refondra sans doute tous les obusiers et toutes les pièces de siége, à l'exception des mortiers. Avec ce canon de 12, tirant des boulets de 12 kilogr., on a obtenu, dans le tir des pièces de siége, des portées qui s'élèvent jusqu'à 6,000 mètres, et en outre une justesse de tir jusque-là sans exemple.

Cette formidable artillerie était prête à faire ses preuves devant Sébastopol, lorsque la paix ne permit pas de sanctionner par l'épreuve de la guerre les résultats obtenus dans des polygones.

Cependant on était conduit naturellement à chercher à obtenir l'application du nouveau système aux pièces de campagne. Après quelques mois d'études, on est arrivé à faire des bouches à feu lançant leurs projectiles à 5,000 mètres, avec de faibles déviations.

DONNÉES PRINCIPALES RELATIVES AUX CANONS RAYÉS.

	CANON DE 4 DE CAMPAGNE.	CANON DE 4 DE MONTAGNE.	CANON de 12 DE RÉSERVE.
Diamètre de l'âme.	86mm5	86mm5	121mm
Longueur de l'âme.	1400mm	805mm	1815mm
Longueur de l'âme en calibres du boulet.	16 57	9 53	15 25
Longueur totale comprenant le cul de lampe et le bouton.	1600mm	960mm	1997mm
Nombre de rayures.	6	6	6
Largeur des rayures	16mm		
Profondeur des rayures. . . .	5		
Poids de la bouche à feu. . .	330 k	100 k	620 k
Prépondérance de la culasse.	44 k	15 k	80 k
Diamètre du projectile	84mm5	84mm5	119mm
Poids du projectile vide . . .	3 k 70	3 k 70	
Poids du projectile chargé. .	4 k	4 k	11 k 70
Nombre des ailettes.	12	12	12
Charge de poudre.	0 k 55		1 k 20
Portée de but en blanc. . . .	500 m		
Portée maximum	4000 m		6000

Le matériel, affût et caisson, a été allégé et 4 chevaux suffisent pour l'attelage.

Le projectile cylindro-ogival est en fonte et

creux, muni de 12 ailettes en zinc. Indépendamment de la charge destinée à faire éclater, on emploie comme matière incendiaire une composition qui peut brûler pendant 2 ou 3 minutes. Elle est contenue dans 6 cylindres de cuivre de 5 centim. de longueur. Le projectile est muni, à la pointe, d'une fusée à vis.

Jusqu'à présent l'épreuve de la guerre a paru constater la grande valeur de l'artillerie rayée. En 1857 elle faisait ses preuves en Kabylie, et plus tard en Chine. En Kabylie de petites pièces de montagne tirant des projectiles creux munis de fusées percutantes, ont donné un tir très-juste à 1,600 mètres.

On assure que, dans la campagne d'Italie, nos canons atteignaient facilement un cavalier à 2,900 m. et on peut admettre qu'à la distance de 3 à 4,000 mètres, ils jetteraient le désordre dans les colonnes ennemies.

En face de Valence, sur le Pô, ils entravaient les Autrichiens dans la construction de retranchements à plus de 2,500 m.

A Solferino, l'artillerie exerça, dit-on, une influence décisive et le feu de plusieurs batteries força à rétrograder 25 escadrons de hulans qui,

arrivés à 2,000 mètres de l'armée française, s'avançaient pour la charger.

A cette même bataille, lors de l'attaque du centre, Napoléon III fit avancer l'artillerie de la garde sous les ordres des généraux Le Bœuf et Sévelinges. Elle prit position à 300 m. et décida le succès de l'attaque.

Mais ce qui a paru, dit-on, le plus remarquable c'est l'action de l'artillerie rayée sur les réserves.

Ainsi, nos projectiles décimèrent les troupes autrichiennes laissées à une très-grande distance en arrière pour garder les sacs des combattants.

La première rencontre de la campagne à Montebello n'avait pas fait augurer tout ce qu'on pouvait attendre de l'emploi de la nouvelle artillerie. On avait remarqué que les projectiles français portaient trop haut et qu'ils éclataient au loin en arrière de l'ennemi. Ce fait, s'il était bien constaté, ne prouvait-il pas seulement que les officiers n'étaient pas encore familiarisés avec l'emploi des nouveaux canons ?

La conclusion de la paix n'a pas permis d'éprouver contre les places du quadrilatère, le tir des pièces rayées de 12, mais il est probable que leur effet eut été des plus énergiques. L'expérience a

prouvé que des canons lisses de 24, à la distance de 22 m., ont mis deux fois plus de temps à faire brèche à un mur que des canons rayés de 12 tirant des projectiles oblongs de 12 k. à la distance de 63 m.; ces derniers projectiles, tirés à la charge de 1 k. 75, pénétrèrent dans le mur à une profonfondeur de 15 centim. et produisirent, par leurs explosions, un entonnoir considérable.

D'après ce qui précéde, la supériorité des projectiles oblongs lancés avec les pièces rayées, serait fondée sur les propriétés suivantes : *Augmentation de la masse du projectile pour un même calibre; résistance de l'air moindre à poids égal, et, par suite, diminution de la perte de la vitesse dans la trajectoire; augmentation considérable de la portée et de la justesse de tir; réduction de la charge par suite de la diminution du vent.*

On est généralement d'accord sur ces avantages que présente le nouveau système, mais les opinions diffèrent sur la question de savoir dans quelles circonstances on peut en faire l'application la plus utile.

En présence des résultats présentés ci-dessus et extraits de brochures, revues, journaux anglais ou allemands, il n'est pas sans intérêt de reproduire,

sous toute réserve, quelques objections (consignées également dans des brochures écrites dans des langues étrangères), contre l'emploi du nouveau mode dans certaines branches de service.

« Le tir à mitraille, dit-on, ne peut s'effectuer parce que les balles dégradent les rayures. Les charges étant plus faibles et le calibre plus petit, les balles produisent moins d'effet que dans les anciennes bouches à feu.

« La suppression ou la diminution du vent ne permettant pas toujours l'inflammation de la fusée, il convient qu'elle soit percutante. Il en résulte que le tir des obus et des shrapnels ne peut avoir lieu contre des troupes, mais contre des revêtements.

« La forme cylindro-conique du projectile serait peu favorable au ricochet.

« Les canons rayés se tirant au 1/6 du poids des projectiles et au-dessous, la vitesse initiale du boulet oblong est moindre que celle du boulet rond tiré avec les canons lisses, mais plus tard la vitesse du premier boulet l'emporte sur celle du second. Ce qui tient à ce que la forme oblongue ayant permis de lui conserver le même poids sous un moindre diamètre, il donne, par suite, moins prise à la résistance de l'air.

Ainsi, le projectile de 4, pesant 4 kil., ayant une vitesse initiale de 370 m., a, à 600 m. une vitesse supérieure à celle d'un boulet rond de 12 (poids 6 kil.), lancé avec une vitesse de 450 m.

D'un autre côté, le tir des canons rayés est, dit-on, moins rasant que celui des canons lisses jusques à une certaine distance et ensuite il le devient davantage. A l'appui de cette assertion on produit le tableau suivant établi par M. de Saint-Robert, lieutenant-colonel de l'artillerie piémontaise, et présentant le résultat de la comparaison entre le tir d'un canon rayé de 4 et le tir d'un canon lisse de 8.

ESPACE BATTU SUR UNE HAUTEUR DE 2m50.

Canon de 4 rayé, distance	300m,	500,	750,	1000,	1500,	2000,	2500,	3000
Charge 1/7, espace battu	156m,	95,	56,	39,	21,	13,	8,	5,5
Canon de 8 lisse. Charge 1/3, espace battu	263m,	119,	56,	31,	11,	5,	2,	1

Ainsi on peut supposer que la bouche à feu rayée obtiendrait, à une grande distance, la supériorité contre les troupes, par suite de sa trajectoire plus tendue, et une force de pénétration plus grande contre les revêtements, mais qu'à petite distance l'avantage resterait aux canons lisses.

Par conséquent sur un champ de bataille, l'action

des nouveaux canons serait très-puissante soit contre les réserves, soit contre un ennemi en retraite ou en déroute, mais elle perdrait de sa supériorité lorsque les combattants seraient à faible ou à moyenne portée et n'offrirait pas, comme les canons lisses, la ressource du tir à obus, à shrapnel, à mitraille et à ricochet.

Quant au rôle que ces pièces seront appelées à jouer dans l'attaque des places, il semble qu'il devrait être des plus importants, puisqu'à grande distance les projectiles oblongs ont une force de pénétration supérieure à celle des boulets sphériques, par suite de la perte moindre de vitesse que leur fait éprouver la résistance de l'air, mais à petite distance les premiers lancés à la charge du 1/6 et même au-dessous pourront-ils rivaliser d'effets avec les boulets ronds tirés à la charge du 1/3 et au-dessus? C'est ce qui, dans certaines opinions, paraît douteux, malgré les résultats de tir en brèche constatés ci-dessus. Or, contre la fortification rasante, il est impossible d'obtenir une brèche praticable si l'on n'établit pas les batteries assez près de la place pour qu'on puisse battre le revêtement à une faible hauteur au-dessus du pied de l'escarpe.

Contre les hautes murailles qu'on découvre de

loin, telles qu'il en existe particulièrement dans les places allemandes, la puissance de destruction des projectiles oblongs tirés de loin doit être très-énergique.

Dans la défense des places et des côtes, ce nouvel agent sera sans doute de la plus grande utilité. Par exemple devant une place assiégée, il forcera l'assaillant à commencer ses travaux à une très-grande distance et à augmenter considérablement le développement de ses tranchées.

Dans la guerre en rase campagne, la tactique des trois armes, infanterie, cavalerie, artillerie, devra être modifiée.

L'art de la fortification éprouvera de notables changements. La portée des lignes de défense telles que les ont déterminées Vauban et Cormontaigne, sera, sans doute, augmentée et la construction des enceintes sera peut-être simplifiée.

L'adoption des canons rayés doit donc amener une révolution dans l'art de la guerre.

CHANGEMENT DANS L'ORGANISATION DU PERSONNEL DE L'ARMÉE.

26 mars 1859. — Création d'un régiment pro-

visoire de tirailleurs algériens. — 3 bataillons à 6 compagnies.

25 avril 1859. — Création de 2 nouvelles compagnies dans chacun des 4ᵉ et 5ᵉ escadrons du train des équipages.

2 mai 1859. — Création de 2 nouveaux régiments d'infanterie de ligne sous les numéros 101 et 102.

6 mai 1859. — Augmentation des cadres de l'état-major général et du corps d'état-major.

ÉTAT-MAJOR GÉNÉRAL.

	Augmentation.	Nombre total.
Généraux de division.	10	90
Généraux de brigade.	20	180

CORPS D'ÉTAT-MAJOR.

Colonels.	3	35
Lieutenants-colonels	3	35
Chefs-d'escadrons. .	10	110
Capitaines.	30	330
Lieutenants.	»	100
	TOTAL.	610

13 juin 1859. — Création d'un nouveau régiment de tirailleurs algériens, 3 bataillons à 6 compagnies.

7 décembre 1859. — Augmentation du corps des sapeurs-pompiers de la Seine, dont l'effectif est porté à 2,298 hommes, sous les ordres d'un colonel ou d'un lieutenant-colonel.

Un décret portant la date du 20 février 1860, a modifié l'organisation du corps de l'artillerie. Ce corps doit se composer de : 1 régiment monté de la garde impériale à 8 batteries; 1 régiment à cheval à 6 batteries; 1 division d'artillerie à pied comprenant 1 batterie à pied, 1 compagnie d'ouvriers pontonniers (cette division est commandée par un chef d'escadron ayant pour adjoint un capitaine de 1re ou 2e classe); 20 régiments d'artillerie, savoir : 5 d'artillerie à pied à 16 batteries chacun; 1 de pontonniers à 12 compagnies; 10 régiments d'artillerie montés à 10 batteries chacun; 4 régiments d'artillerie à cheval à 8 batteries; 12 compagnies d'ouvriers; 1 escadron du train de la garde impériale à 2 compagnies; 6 escadrons du train de la ligne à 6 compagnies.

EFFECTIF DE L'ARME.

Garde impériale.

(1 division à pied, 2 régiments.)

	PAIX.			GUERRE.			
	TROUPE. hommes.	CHEVAUX de selle.	CHEVAUX de trait.	TROUPE. hommes.	CHEVAUX de selle.	CHEVAUX de trait.	ENFANTS de troupe
	2,667	765	1,040	3,399	901	1,944	34
	20 RÉGIMENTS D'ARTILLERIE DE LIGNE.						
	28,753	4,334	5,280	45,315	6,178	18,768	468
	14 COMPAGNIES D'OUVRIERS ET ARMURIERS.						
	1,040	»	»	1,400	»	»	28
Total.	32,460	5,099	6,320	50,114	7,079	20,712	530
	1 ESCADRON DU TRAIN DE LA GARDE.						
	200	28	120	360	48	500	4
	6 ESCADRONS DU TRAIN DE LA LIGNE.						
	2,250	294	900	5,610	744	7,500	66
Total.	2,450	322	1,020	5,970	792	8,000	70

L'ÉTAT-MAJOR SE COMPOSE DE :

Artillerie.	Train.
54 colonels.	1 colonel.
60 lieutenants-colonels.	1 lieutenant-colonel.
226 chefs-d'escadron ou majors.	7 chefs-d'escadron.
753 capitaines en 1ᵉʳ ou en 2ᵉ.	45 capitaines.
80 capitaines en résidence fixe.	38 lieutenants en 1ᵉʳ.
254 lieutenants en 1ᵉʳ.	38 lieutenants ou sous-lieutenants en temps de paix.
278 lieutenants en 2ᵉ, ou sous-lieutenants en temps de paix	70 — — en temps de guerre.
434 — — en temps de guerre.	

NOMBRE DE CHEVAUX D'OFFICIERS.

ARTILLERIE.		TRAIN D'ARTILLERIE.	
Paix.	Guerre.	Paix.	Guerre.
2,296	4,074	222	347

Lorsque l'artillerie sera mise sur le pied de guerre, il pourra être créé dans les batteries ou dans les compagnies du train, un 3ᵉ emploi de lieutenant de 2ᵉ classe ou de sous-lieutenant.

Les compagnies du train pourront être dédoublées pour le service des armées et formeront de nouvelles compagnies dont les cadres et les effectifs pourront être, dans chacune, complétés au pied de guerre. Le capitaine et le lieutenant de 2ᵉ classe seront affectés au commandement de la compagnie principale. Le lieutenant de 1ʳᵉ classe et un lieutenant en 2ᵉ ou sous-lieutenant de nouvelle création seront attachés à la compagnie bis.

Les 6 escadrons du train seront dans les mêmes garnisons que les six premiers régiments et concoureront, en temps de paix, à toutes les instructions, exercices et travaux qui comportent l'emploi du cheval.

En temps de guerre, l'artillerie à pied et le train formeront des batteries mixtes auxquelles sera exclusivement dévolu le service des batteries de

montagne, de fusées et une partie des batteries de réserve.

Les lieux de garnison réservés aux régiments d'artillerie, seront les suivants : Vincennes, la Fère, Douai, Metz, Strasbourg, Auxonne, Besançon, Grenoble, Vienne, Alger, Toulouse, Bourges et Rennes.

10 mars 1860. — Suppression de 2 compagnies dans les bataillons de chasseurs.

Opérations militaires.

Expédition de Kabylie à la fin de juin 1857.

29 décembre 1857. — Prise de Canton défendue par 574 bouches à feu.

Campagne d'Italie.

Cette campagne présentait un intérêt particulier au point de vue militaire. Deux des premières puissances militaires de l'Europe allaient entrer en lutte. Pour la première fois, on allait éprouver quelle serait, dans les opérations d'une campagne, l'influence des armes de précision et des canons

rayés, des chemins de fer et de la télégraphie électrique.

Lors de la campague d'Espagne de 1823, il avait fallu 5 ou 6 semaines pour amener les troupes des garnisons du nord et de l'est sur la Bidassoa. En 1859, on a transporté en 15 jours, par les chemins de fer, des parties les plus éloignées de la France, une armée entière, hommes, chevaux, matériel, etc.

Il a été question ci-dessus de l'influence qu'ont exercée les pièces rayées sur le résultat de cette glorieuse campagne dont nous relatons les faits principaux :

20 mai. — Combat de Montebello.

31 mai. — Combat de Palestro.

3 juin. — Combat de Turbigo.

4 juin. — Bataille de Magenta.

8 juin. — Combat de Marignan.

24 juin. — Bataille de Solferino.

RÉSUMÉ, CONCLUSION.

On peut établir plusieurs périodes dans la succession des armes qui ont été mises en usage depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque contemporaine.

Armes en usage avant l'emploi de la poudre.

Armes de choc : — Massues. — Lances. — Hallebardes. — Pertuisanes. — Piques. — Couteaux. — Marteaux. — Haches. — Épées. — Sabres. — Glaives, espadons. — Poignards.

Armes de jet : — Frondes. — Arcs. — Flèches. — Arbalètes.

Armes défensives : — Boucliers, écus, rondaches. — Armets. — Casques, elmes. — Cuirasses. — Jambières. — Brassards. — Cuissards. — Gantelets.

Machines de guerre : — Chariots armés de faux. — Balistes et onagres. — Catapultes, frondibales, béliers.

Armes en usage après l'introduction de la poudre (treizième ou quatorzième siècle).

Bombardes. — Pierrières. — Canons. — Arquebuses. — Mousquets. — Armes à mèches. — Armes à rouet. — Pétrinal. — Carabines. — Pistolets. — Fusils munis de platines à silex.

En 1732, réforme de l'artillerie dite de Valière le père : — Canons, mortiers, Pierrier.

En 1776, réforme de Gribeauval : — Canons, obusiers, mortiers, pierriers pour le siége. Canons et obusiers pour le service de campagne.

En l'an XI, nouvelles réformes portant sur les bouches à feu.

En 1828, réforme du matériel sous le général Valée.

En 1839, mise en œuvre de la carabine rayée.

En 1840, adoption du système percutant pour les armes portatives.

En 1846, adoption des carabines à tige.

En 1853, réforme de l'artillerie ; introduction du canon-obusier de 12, établi d'après les idées de S. M. l'Empereur Napoléon III.

En 1854, adoption du fusil rayé avec balle expansive pour la garde impériale.

En 1857, adoption du fusil rayé pour toute l'armée.

En 1859, suppression de la tige dans la carabine.

Depuis plusieurs années on s'occupe activement de l'application des rayures aux bouches à feu.

L'ancienne artillerie de campagne avait un tir très-bon jusqu'à 600 m., satisfaisant jusques à 1,200, peu certain à 1,800.

La limite extrême du tir pour l'ancienne artillerie de siége était de 2,500 m.

Aujourd'hui les pièces légères sont encore redoutables à 4,000 m. Plus résistantes, elles porteraient à 6,000 ou 7,000 m., si l'on pouvait distinguer à cette distance.

La réduction du calibre des armes à feu, l'introduction de l'acier fondu pour les canons des armes portatives, et pour les bouches à feu sont des questions qui fixent l'attention de l'artillerie des diverses puissances.

On voit par ce qui précède quelle somme de travail et d'intelligence a été consacrée à inventer et à perfectionner les moyens de destruction, mais si l'on éprouvait une certaine répulsion pour les sciences militaires, il ne faudrait pas perdre de vue qu'elles ont pour but d'apprendre à diriger avec intelligence la force brutale et par suite à obtenir un résultat décisif en ménageant l'effusion du sang, enfin l'étude de ces sciences n'a pas seulement pour objet l'attaque, elle est aussi d'un grand secours dans la défense qui représente les intérêts conservateurs et la résistance à une injuste agression.

VOCABULAIRE

INDIQUANT

Les diverses espèces d'armes, pièces d'armes, projectiles, matières explosives, machines de guerre, etc., usités à différentes époques.

(Par le traducteur.)

A

Acahuotoa, arme en forme de pagaie ou rame en usage aux Iles-Marquises.

Acquéraux (keilstucke), pièces anciennes se chargeant par derrière. La charge se mettait dans une boîte mobile que l'on fixait avec des coins, § 49.

Affut (laffete), machine en bois, en fer, en fonte, à roues, à roulettes ou sans roues, destinée à supporter un canon, un mortier, un obusier, etc., § 450 et suivants.

Modèles d'affûts usités en France :

Affuts en bois de campagne et de montagne.

Affût de 12 pour le canon de 12 et l'obusier de 16.

Affût léger pour le canon obusier de 12 et le canon obusier de 12 léger.

Affût d'obusier de montagne de 12.

Affuts de siége en bois pour le canon de 24, l'obusier de 22 et le canon de 16.

Affuts de mortiers avec flasques en fonte, pour les mortiers de 32, de 27 et de 22.

Affut de place en bois, pour obusier de place et pour canons en fonte de 30, de 24 et de 16.

Affuts de place en bois, pour canons en bronze de 24, de 16 et de 12.

Affut de côte en fonte, pour obusier de côte de 22, canons de 36 et 30, obusier de 22 de place, canons de 24 et de 16, en fonte.

Affut de côte en bois, construit par circonstance, en 1848, pour recevoir l'obusier de côte.

Affut de casemate de côte en fonte, fer et bois, pour obusier de côte de 22, canons de 36 et de 30.

Affuts marins, 2 flasques en bois réunis par une entretoise.

Ailerons, *ailes* (brechscheibe), partie de la lance qui couvre le poignet, § 33.

Alcret, *alecret* ou *halecret*, cuirasse légère de plusieurs lames.

Allumette, épée longue et mince, usitée autrefois.

Ame (seele), partie vide intérieure de toutes les armes à feu, § 286.

Amorce (poudre d') (zundpulver, zundkraut). On la versait dans le bassinet d'une arme à feu portative à silex, pour l'inflammation de la charge, § 350.

Amorces (étoupilles ou fusées d'), § 497-548, amorces fulminantes pour fusées de grenade.

Amusette, petit canon de fer (5 pieds de long, 18 lignes de calibre; boulet de plomb de 1/2 de livre), proposé par le maréchal de Saxe.

Ancon, *angon*, javelot à trois fers.

Anneaux de bombe, anneaux en fer servant pour le port de la bombe, § 546.

Anneaux d'embrelage pour affût (protzring), § 458.

Anneaux de pointage, fixés sur l'entretoise de lunette et servant, à l'aide de leviers, à manœuvrer et diriger les affûts de campagne, 458.

Anime. (V. Brigandine.)

Anses (handhaben, henkel, delphinen), espèce d'anneaux placés sur les bouches à feu et servant à les manœuvrer, § 443.

Arbalète (armbrust), arc d'acier monté sur un fût en bois, muni d'un canal cylindrique ou demi-cylindrique pour lancer des traits, § 37. On l'ap-

pelle *arc à jalet*, si le canal est fermé en tube pour y insérer une *balle* ou un *jalet*.

Arbre *de la noix* (*tnussvelle*), § 350.

Arc (bogen), arme composée d'une pièce de quelque matière élastique en forme de segment circulaire, dont une corde ou boyau joint les deux bouts, § 2—37.

Arc-boutant, pièces en bois inclinées dans l'affût de place, réunies aux deux montants sous l'encastrement des tourillons.

Arme (waffen), instrument destiné à l'attaque ou à la défense, § 1. Armes offensives, défensives. Armes de hast. Armes de choc. Armes de main. Armes de jet. Armes à feu. Armes portatives.

Armet (helen), casque léger sans visière ni gorgerin, § 29.

Armons (deichsel arme), pièces encastrées dans la sellette et aboutissant au timon d'un avant-train, § 465.

Armure (schuss waffen), réunion de toutes les pièces de métal qui couvrent l'homme et le cheval, § 28.

Arquebuse (bock bûchsen, arkebusen), la première arme à feu portative, § 50. —A croc (haken-

büchse doppelhaken), § 51. — A mèche, § 51. — A rouet, § 54.

Arrêt de la lance, crochet fixé à la cuirasse, destiné à tenir la lance en arrêt.

Arrousement. (V. Écouvillon.) § 487.

Astragale (halsbande), moulure d'une bouche à u, § 444.

Attaches du fer de la lance. (V. Branches.)

Auget (rinne), partie du châssis de l'affût de place (modèle Gribeauval) en arrière, qui supporte la roulette de l'affût, § 470.

Avant-train (*protse*), train destiné à former avec l'affût une voiture à quatre roues.

Avant-train de campagne; commun aux affûts et aux autres voitures des batteries de campagne, § 465.

Avant-train de siége, commun aux affûts de siége et au chariot porte-corps.

Avant-train de chariot de parc.

Avant-train de triqueballe à treuil.

Avant-train de tombereau à bascule.

Azeguaye, sorte de bâton ferré de 10 à 12 pieds de longueur.

B

Bacinet, casque léger, ancien, s'attachant sous le menton avec une courroie.

Bague (de la baïonnette) (sperring-schiebring), anneau par lequel elle est maintenue, § 219. (V. Virole.)

Baguée, canon de fusil, dans lequel s'est produit un boursoufflement.

Baguette (ladstock) de fusil, mousqueton, pistolet ; pièce servant à enfoncer et à bourrer la charge, § 358.

Baguette de fusée (stabe), tige en bois, ayant pour but de diriger la fusée, § 598.

Balles à mitrallles (karkaschen-kugel), balles en fer ou en fonte contenues dans une boîte en ferblanc, destinées à être lancées par une bouche à feu, § 492.

Balle (kugel), globe de plomb destiné à être lancé par un fusil, un mousqueton, un pistolet, etc., ou autrefois par l'arbalete, § 400.

Balle forcée (passkugel), enfoncée avec force dans un canon rayé, § 71-302.

Balle sphérique, § 297-401.

Balles oblongues cylindro-coniques, § 297. — Évidées ou expansives, § 391. — Compressibles, § 392-402-403.

Balles à feu (fener ballen), artifices destinés à éclairer et à faire reconnaître les travaux de l'ennemi, § 549.

Baliste (balliste), arme de jet ancienne, lançant des pierres, globes, traits en ligne courbe, § 16.

Balester, variété de l'arbalette, § 37.

Balistique, théorie du tir des projectiles.

Bardole. (V. Hache-d'armes à marteau.)

Bardes, ancienne armure défensive du cheval.

Basilic, espèce de bombarde ou de canon du plus fort calibre; on donnait autrefois ce nom aux pièces de 48.

Batarde, épée étroite, sorte de demi-espadon.

Battants (riembugel), pièce de garniture, espèce d'anneau, § 360.

Batterie de fusil, pièce coudée de fer et d'acier, qui recouvrait le bassinet dans les fusils à silex, et sur laquelle s'abattait la pierre pour faire feu, § 350.

Batterie, réunion de plusieurs bouches à feu,

Baionnette (bajonet), lame qui s'adapte au bout

du canon du fusil et qui donne le moyen de se servir de cette arme comme d'une arme de main ou de hast, § 217.

Baionnette-sabre (haubajonet), baïonnette adaptée à certaines armes à feu, qui sert à la fois de baïonnette et de sabre, § 220.

Bec-de-corbin, hallebarde à fer crochu à l'un des côtés que portaient, dans les grandes cérémonies, les gentilshommes de la maison du roi.

Bedaine, pierre grosse et ronde qu'on lançait avec la catapulte.

Belier (mauerbrecher, widder, strurmbock, aries), ancienne machine de guerre destinée à saper les murs, § 19.

Belière, nom donné aux chappes de fourreaux de sabre, qui sont garnies d'anneaux.

Besague. (V. Fauchard.)

Biscaien, ancien mot désignant un petit boulet de fer.

Bois de fusil (schaft) (monture), § 359.

Bois de lance (hampe), § 211.

Boites à balles (*karkatschen buchse*), cylindres en ferblanc contenant les balles lancées par une bouche à feu dans le tir à mitraille, § 492.

BOMBARDE (*bombarden, stein donner-buchsen*), canon de fer antique, § 45.

BOMBARDELLE (*handrohren, faustrohren, bombardula*), ancienne arme à feu de petite dimension, § 49.

BOMBE (bombe), globe de fonte creux, dans lequel on met de la poudre destinée à le faire éclater, et des matières incendiaires qu'on lance avec un mortier, § 544.

BOUCHE (*mundung*), extrémité de l'âme d'une arme à feu par laquelle sort le projectile.

BOUCHE A FEU, arme à feu de grande dimension, telle que canon, mortier, obusier.

L'usage du canon paraît remonter au commencement du quatorzième siècle. Sous Charles VII et Louis XI, l'artillerie prit une extension considérable, et ses progrès augmentèrent encore sous Charles VIII, Louis XII, François Ier et Henri II. Ce dernier roi détruisit tous les anciens calibres et les réduisit à six qui furent, dit-on, les suivants : 33 liv., 15 liv. 1/4, 7 liv. 1/4, 2 liv, 1/2, 1 liv. 1/2, 3/4 de liv.

Sous Henri IV, en 1600, l'artillerie se composait encore de six calibres :

Canon.	Grande coulevrine.	Coulevrine bâtarde.	Coulevrine moyenne.
33 liv.	16 liv. 1/2.	7 liv. 1/2.	2 liv. 1/2.

Faucon.	Fauconneau.
1 liv. 1/2.	3/4.

Dans la première partie du règne de Louis XV, en 1732, Vallière le père, directeur général de l'artillerie, organisa cette arme sur de nouvelles bases et adopta les pièces en bronze suivantes : 1° Canons de 24, de 16, de 12, de 8 et de 4. — 2° Pierrier de 15 po. (41 c.) à chambre tronconique. — 3° Mortier de 12 po. (32 c.) à chambre cylindrique; mortier de 8 po. 3 lig. (22 c.) à chambre cylindrique; 2 mortiers de 12 po. (32 c.) à chambre, en forme de poire, contenant l'un 12 liv.. l'autre 5 liv. 1/2 de poudre. — 4° Obusier de 8 po. (22 c.) — 5° Mortier éprouvette.

En 1765 (fin du règne de Louis XV), Gribeauval changea l'organisation de l'artillerie, et la composa des bouches à feu suivantes :

Pour siége et place : canons de 24, 16, 12 et 8.

Pour campagne : canons de 12, 8 et 4.

Obusier de siége de 8 po. (22 c.)

Obusier de campagne de 6 po. (24 c.)

Mortiers à chambre cylindrique de 12 po. (32 c.);

de 10 po. (27), à grande et petite portée, et de 8 po. (22 c.).

Mortier éprouvette de 7 po. (13 c.). Pierrier de 15 po. (41 c.).

On y a ajouté plus tard les mortiers à la Gomer des mêmes calibres, et le pierrier modèle 1822.

En l'an XI, on adopta le canon de 24 court, de 12 long, de 12 court, de 6 long, de 6 court, de 6 et de 3 de montagne, l'obusier de 24 (5 po. 7 li.) (15 c.), le mortier à la Gomer de 24.

Après la période des guerres de l'Empire, on revint aux canons de 24, 16 et 12 (système Gribeauval) pour le service de siége et place, et aux canons de 12 et 8 pour le service de campagne. La pièce de 4 fut supprimée; on a conservé les mortiers de 32, de 27 et de 22 c.

On a adopté, en 1828, un obusier de montagne de 12 et deux obusiers de 16 et 15 c.; en 1829, un obusier de siége de 22 c.; enfin en 1838 un mortier de 15 c.

Le pierrier de 41 c. a été supprimé en 1854. On a remplacé le tir de cette pièce par celui des obus de 12 c. et des grenades dans les mortiers.

Le mortier éprouvette en bronze de 1769, et son

globe doivent être, par décision rendue en 1839, coulés à l'avenir en fonte.

Le 5 mars 1853, on a adopté le canon obusier de 12 de campagne, et comme mesure transitoire pour les batteries à cheval, le canon obusier de 12 léger (canon de 8 foré au calibre de 121 millim.). Le canon de 8 et l'obusier de 15 c. ont été supprimés.

En 1847, on a introduit, pour le service des places, l'obusier de place de 22 c. et les canons de 24 et de 16. (Ces pièces sont en fonte.)

En 1850, on a adopté, pour le service des côtes, le mortier à plaque de 32 c., le canon de 30 et l'obusier de côte de 22 c. (pièces en fonte).

Récapitulation des diverses espèces de bouches à feu dont se compose le système d'artillerie français :

Canons en bronze de 24, de 16, de 12 de place, de 12 de campagne.

Canons en fonte de 24, de 16, de 30.

Canons obusiers en bronze de 12, de 12 léger de campagne.

Obusiers en bronze de 22, de 16, de 12 c.

Obusiers en fonte de côte de 22 c., de place de 22 c.

Mortiers en bronze de 32, de 27, de 22, de 15 c.

Mortiers en fonte à plaque de 32 c.

Éprouvette en fonte de 19 c.

Artillerie de marine :

Bouches à feu en fonte, canon de 50, de 30 n° 1, de 30 n° 2, de 30 n° 3, de 30 n° 4, de 30 rayé, de 12 n° 2, de 12 n° 3.

Obusiers de 27 c., de 22 n° 1, de 22 n° 2.

Caronades de 30, de 24, de 18, de 12.

Mortier à plaque de 32.

Bouches à feu en bronze.

Obusiers de 12 c. n° 1, de 12 n° 2.

Pour ce qui concerne les bouches à feu rayées de l'artillerie de terre, rien d'officiel n'a été publié. On sait seulement qu'on a adopté, pour le service de campagne et de montagne, le calibre de 4 (poids du projectile 4 k.), pour le service de siége et place, le calibre de 12 (poids du projectile, 11 k. 70).

Boucles (*bunde*, *ringe*), pièces de la garniture d'un fusil, § 360.

Bouclier (*schild*), arme défensive (dénomination générique comprenant *parme*, *parma*, *targe*, *écu*, *rondache*, *scutum*), § 28.

BOUGE, masse d'armes dont la tête ronde et creuse se remplit de plomb (plombée).

BOULET (*vollkugel*), globe de fonte massif qui se lance avec les canons, § 489.

BOULET *creux*. (V. Obus.)

BOULET *ensaboté*, fixé à un sabot.

BOULET *roulant*, c'est-à-dire non ensaboté.

BOULET *rouge*, § 522.

BOULETS *ramés*, boulets réunis par une chaîne, destinés à couper les mâtures.

BOURDON, grosse et forte lance dont le fer avait la forme d'un losange.

BOURGUIGNOTE (sturm, dickel-hauben), casque ou heaume ouvert par devant, muni d'une simple visière et de deux oreillons mouvants, destiné aux fantassins, § 29.

BOURRELET (*en tulipe*), renflement vers la bouche d'un canon.

BOUTEFEU, tige de bois portant à son extrémité une mèche, et servant à mettre le feu aux pièces de siége, place et côte, et à conserver le feu dans les batteries.

BOUTEROLLE, renfort de métal dans les armes à feu portatives.

BOUT, garniture en cuivre qui termine le fourreau

de cuir d'un sabre ou d'une épée à la partie inférieure.

Bouton *de culasse* (zapfen schwanz schraube), partie de la culasse d'une arme à feu portative taraudée et vissée dans le canon, § 344.

Bracelets (ohrband), pièces de fer ou d'acier soudées aux fourreaux de sabre en métal et portant des anneaux, § 233.

Braconnière ou garde-reins, partie de l'armure attachée au bas de la cuirasse, en forme évasée et couvrant la moitié de la cuisse. (V. Tassettes.)

Brague, *braguette*, partie éminente des armures de pied au milieu du corps.

Brand, grosse épée tranchante qui se maniait à deux mains.

Branche *de sabre* (bugel), partie de la garde destinée à la défense de la main contre les coups de côté, § 229.

Branches *de la lance* (schienen federn), attaches en fer par lesquelles on fixe le fer à la hampe, § 210.

Braquemard, épée lourde, tranchante des deux côtés.

Brassard (arm schienen), partie de l'armure destinée à défendre les bras, § 28, 31.

BRETTE, épée très-longue et mal proportionnée.

BRICOLE, sorte de grande fronde.

BRIDE *de noix* (studel), pièce destinée à maintenir la noix contre le corps de platine, § 350.

BRIGANDINE, cuirasse formée de petites lames d'acier superposées en forme d'écailles et clouées sur une étoffe forte qui leur servait d'assemblage.

BRIQUET, sabre d'infanterie légèrement cambré.

BRUGNE, chemise ou cotte de maille plus serrée que la commune. (V. Haubert.)

BUTTIÈRE, arquebuse forte et longue.

C

CABACET ou *Cabasset*, ancien petit casque. (V. Bacinet ou Bassinet.)

CAISSON à munitions (*munition wagen*), voiture destinée à transporter des munitions, § 503.

CAISSE à munitions de montagne.

CALIBRE (durchmesser, kaliber), diamètre de l'âme d'une arme à feu.

CALOTTE de pistolet (*griff*), extrémité recourbée de la monture que l'on saisit dans la main, § 374.

CALOTTE de sabre (*kappe*), pièce de la monture qui surmonte ou termine la poignée (on l'appelle

pommeau, lorsqu'elle se détache de la poignée et a la forme ronde ou ovale) sur laquelle on rive la soie, § 229.

Calepin (*kugel pfflaster*), morceau de peau ou d'étoffe qu'on met sous la balle d'une arme rayée, § 368.

Camboron, (V. Gobisson.)

Canal d'amorce, s'étendant de la lumière vers la bouche dans les anciennes pièces de siége, place et côte, et destiné à recevoir une partie de la poudre d'amorce.

Canal de lumière (*zundloch*), ou simplement *lumière*, petit canal servant à porter le feu à la charge, soit dans les bouches à feu, soit dans les armes à feu portatives, § 344, 442.

Cancer, nom donné quelquefois au bélier.

Canon (*lauf*), tube de fer, pièce principale du fusil, du mousqueton et du pistolet, dans lequel on met la charge, § 342.

Canon lisse (*glatte*), § 339.

Canon rayé (*lauf gezogene*), § 339.

Canon tordu. (V. Fusil.)

Canon à rubans. (V. Fusil.)

Canon damassé. (V. Fusil.)

Canon (*kanone*), bouche à feu lançant un boulet. (Voir à l'article bouche à feu.)

Capeline, casque sans visière ni gorgerin affecté à l'infanterie.

Canon à main (*handrorhen*), première arquebuse diminutive du canon (V. Bombardelle), § 49.

Capucine (*unterrinq*), une des boucles qui tiennent le canon du fusil dans le bois, § 360.

Capsule de guerre, petit cylindre en cuivre rouge, contenant la composition fulminante qui, par le choc du chien, met le feu à la charge des armes portatives, § 354-411.

Carabine, petite arquebuse à rouet (*buchseh stussen*), fusil ou mousqueton rayé.

Carabine, modèle 1793, canon de 24 po. (65 c.) rayé de 7 hélices, calibre de 13 millim. 5; balle de 6 li. 4 (14 millim. 4), enveloppée d'un calepin enduit de matière grasse. Chargement au moyen de la baguette et du maillet.

— de tirailleurs à la Pontcharra, modèle 1837. (V. page 489).

— (grosse) ou fusil de rempart, modèle 1838. (V. p. 489.)

— modèle 1840. (V. p. 489.)

— modèle 1842. (V. p. 489.)

Fusil de rempart, modèle 1842. (V. p. 490.)

— de rempart allégé, modèle 1840. (V. p. 490.)

Carabine à tige, dans laquelle le bouton de culasse porte à son centre une tige cylindrique en acier sur laquelle on force la balle (p. 165, 400), § 369.

— — modèle 1846 (p. 490).

— — modèle 1853 (p. 490).

En 1859, on a supprimé la tige dans la carabine qui doit être tirée avec balle expansive.

Carcasse, bombe ovale de plusieurs lames de fer croisées, pleine de poudre grenée, balles, etc. On la lance avec un pierrier.

Caronade (*caronaden*), canon court d'un fort calibre, usité dans la marine. Caronades de 30, 24, 18 et 12, § 582.

Carquois, étui de fer, bois, cuir ou écorce, servant à porter les flèches de l'arc ou les *carreaux* (traits pesants).

Cartouches (*patrone*), charge des armes à feu contenue dans une enveloppe de papier ou de serge, § 59.

— à blanc, sans balle, § 409.

— d'infanterie, § 409.

— à balle oblongue.

— à étui.
— à balle évidée.
— à boulets, § 495.
— à obus ordinaire.
— à obus à balles.
— à boîtes à balles.

Casque (*helm*), armure de tête, § 20.

Catapulte (*katapulten*, *arrcobalista*), machine de guerre ancienne lançant en ligne directe des pierres, traits, etc., § 17.

Casse-tête, synonime de massue.

Cêtre. (V. Targe ou Pelte.)

Chambre (*kammer*), fond d'une arme à feu portative ou d'une bouche à feu destinée à recevoir la charge de poudre.

Chambre des obusiers et mortiers.

Chambre, porte-feu.

Cervelière, nom antique du bassinet.

Cervicale, armure du cou d'un cheval.

Chainette. (V. platine à chaînette.)

Chanfrein, arme en fer ou en cuir bouilli dont on garnissait autrefois la tête du cheval.

Chape (*mundblcc*), garniture en métal de la partie supérieure d'un fourreau de cuir, § 205.

Chapel ou *Capel*. (V. Capeline.)

Charge d'une arme à feu, poids de la poudre destinée à chasser le projectile.

Chapiteau, espèce de petit toit en bois, qu'on pose sur la lumière d'un canon.

Chapiteau (d'une fusée), (*brand haube*), partie conique adaptée au haut du cartouche de la fusée au-dessus du pot, rempli de matières incendiaires, projectiles, etc., § 598.

Chariot *à canon*, ou *porte-corps*, voitures sur lesquelles on transportait les pièces de siége.

Chariot *de parc* destiné à porter des approvisionnements, des armes, de la poudre, etc.

Chasse-fusée, morceau de bois avec un manche arrondi, ayant au-dessous un godet qui embrasse le haut de la fusée des projectiles creux. On enfonce la fusée en frappant sur le chasse-fusée avec un maillet.

Chassis *de plate-forme* (*rahme*), pièce en bois sur laquelle sont montés les affûts de place et de côte, § 471.

— Grand châssis, petit châssis.

Chassis *de transport* (*prots rahme*), châssis particulier sur lequel on monte un affût de place pour le transporter, et auquel on adapte un avant-train.

Chausse-trappe, réunion de quatre pointes de

fer, assemblées à un centre commun, qu'on place à terre, et qui sert de défense contre la cavalerie.

CHEMINÉE, pièce d'acier ayant la forme d'un tronc de cône, vissée sur le canon, sur laquelle on place la capsule. Un canal intérieur transmet le feu à la charge, § 354.

CHEMISE *maillée*, V. Cotte de mailles.

CHEVAL *de frise*, poutre traversée en tous sens de pieux armés de fer appelés *lances*, pour défendre des passages et entraver la marche de la cavalerie.

CHEVALET, grosse fourchette pour soutenir le canon à main.

CHEVALET, système de quatre piquets enfoncés en terre se croisant deux par deux obliquement, pour porter les armements des bouches à feu de siége, place et côte.

CHEVALET, pièce de bois sur laquelle on place les fusées pour les lancer.

CHEVET, nom donné autrefois au coin de mire des mortiers.

CHEVROTINE, nom donné anciennement dans l'artillerie aux petites balles de plomb de 166 à la livre.

CHIEN (*hahn*), pièce qui, en s'abattant sur la batterie dans les armes à silex, et sur la cheminée

dans les armes percutantes, met le feu à l'amorce, § 350.

CLEF de cheminée.

CIMETERRE, grosse épée, longue et large, tranchante d'un seul côté et recourbée vers la pointe.

CIMIER, ornement du casque.

CINTRE *de crosse*, partie arrondie des flasques d'affût portant à terre, quand la bouche à feu est en batterie.

CLAYMORE, sabre écossais.

COFFRET (*kasten*), coffre contenant des munitions, § 502.

COIN *de mire* (*keil*), destiné à élever la culasse des bouches à feu dans le pointage; n'est plus usité que pour les mortiers, § 459.

COLISMARDE, épée longue, mais déliée et s'élargissant tout à coup vers la garde.

COMMINGES, gros mortier ancien de 18 pouces de calibre.

COQUILLE d'un sabre (*stichblatte*), partie inférieure de la monture d'un sabre destinée à garantir la main des coups directs. V. Garde, § 229.

CORBEAU, longue perche armée d'un fort harpon de fer, ou de faulx pour arracher les créneaux, les

mantelets et les lacets avec lesquels l'assiégé cherchait à saisir la tête du bélier.

CORBEAU *à griffe*, portant une forte tenaille au lieu de harpon.

CORNE *d'amorce*, corne de bœuf fermée par le gros bout et ayant un bouchon au petit bout. Elle servait autrefois à amorcer les bouches à feu.

CORSELET, petite cuirasse, 31.

CORPS *de platine* (*stossblech*), pièce sur laquelle s'assemblent toutes les autres, § 350.

CORSECQUE, V. Angon.

CORYTE, carquois, ou plutôt étui pour mettre l'arc.

COSTILLE, *coustille*, *coutille*, épée longue, déliée, triangulaire ou carrée.

COTTE d'*armes* (*waffenrock*), vêtement d'étoffe riche que les chevaliers portaient sur leurs armes, § 28, 32.

COTTE *de mailles*, camisole à manches composée de petits anneaux de fer accrochés les uns aux autres, ou de chaînettes.

COUCHE, partie pentée de la monture du fusil (du tonnerre à la plaque de couche).

COUDE de la baïonnette (bajonet halse), partie coudée à la jonction de la douille à la lame, § 217.

COUILLARD, nom vulgaire de la catapulte.

COULEVRINE (*feld schlange*), pièce ancienne, d'abord la plus légère et la plus courte, ensuite la plus longue et la plus pesante, § 58.

COURTOISE, lance ou épée pour tournois, avec pointe brisée ou frétée, tranchant rabattu ou sans pointe, § 39.

COUSTILLE, V. Costille.

COUSSINET *à mortier*, pièce en bois à tourillons roulant dans les flasques, sur lequel reposait le mortier pendant le tir; remplacé par un coin à poignée.

COUTEAU *de brèche*, arme forte, épaisse, tranchante sur une face, pointue et munie d'un manche de 6 pieds.

COUTELAS, ancien sabre.

COUTILLE, V. Costille.

CRANEQUIN (*hand wind*), crochet à poulie ou à treuil attaché à la ceinture pour bander l'arbalète, § 37.

CRANEQUIN, engin pour battre les murs et enfoncer les portes.

CRANS *de la noix*, cran du repos (*ruhrast*), cran du bandé (*spannrast*), § 350, cran de sûreté.

CRAPAUDINE.

CRAPAUT, affût en fer fondu qui servait au mortier ou au pierrier.

CRÈTE, partie supérieure du casque.

CRÈTE *du chien*, partie supérieure du chien.

CREVETTE, V. grenade.

CROC, arme pointue avec crochets pour percer et tirer à soi.

CROC (arquebuse à) (*hakeenbuchse*, *doppel*, *haken*), arme retenue par une espèce de crochet, § 51.

CROCHET à bander l'arc à jalet.

CROCHETS doubles de retraite (*retirir haken*) d'un affût, § 458.

CROSSE d'affût ou de flasque; bas arrondi du flasque qui porte à terre dans le tir.

CROSSE de fusil ou de mousqueton (kolbe), partie inferieure qui sert de base à l'arme, § 359.

CROISETTE, fleuret dont la garde est une simple croix.

CURETTE, pièce en bois dont l'un des bouts est en forme de cuiller ronde servant à nettoyer l'âme des mortiers et des obusiers.

CUBITIÈRE, milieu du brassard qui embrasse le coude.

CUIRASSE (panzer), principale arme défensive en

fer de l'antique armure qui couvrait le buste par devant et par derrière, § 8, 28, 30.

La cuirasse a été reprise en France en 1809. Les modèles en usage sont ceux de cuirassiers et de carabiniers (1825 et 1855), ceux de cuirassiers de la garde impériale (1854); on les confectionne aujourd'hui en acier fondu.

Les modèles antérieurs étaient moins résistants.

Une cuirasse d'un modèle ancien couvre les sapeurs dans les siéges.

Cuissart (schenkel deckungen), arme défensive pour les cuisses, § 31.

Culasse de canon (stossboden), extrémité la plus épaisse, opposée à la bouche, où se trouve la lumière, § 442.

Culasse de fusil (schwanz schranbe), pièce qui ferme l'ouverture inférieure du canon au tonnerre, dans lequel elle se visse, § 344.

Culasse à bascule, § 344.

Cul de lampe, partie du canon comprenant le relief de la culasse et le bouton.

Culot, fond de la fronde pour recevoir la pierre.

Culot de la bombe (segmente), renfort de métal à la partie opposée à l'œil, § 544.

Curseur, partie mobile qui glisse sur la hausse et fixe la division par laquelle le tireur doit viser.

Cuvette du sabre, partie séparée d'un fourreau en métal, qui en garnit l'entrée.

D

Dague, gros poignard ou épée courte employée autrefois pour les combats singuliers.

Damas (damaszener, damasklinger), espèce de sabre fabriqué à Damas, renommée pour la bonté de la trempe de sa lame et de l'étoffe dont elle était formée, § 246.

Damassé (canon), formé de rubans de fer et d'acier présentant des fleurs et des dessins.

Darde, nom donné quelquefois au dard.

Dardelle, petit dard pour l'arbalette.

Dart, **dard**, dénomination générique appliquée aux traits lancés par les armes anciennes. (V. Javelot.)

Dard de fourreau de sabre (schleifeisen), pièce en fer brasée à la partie inférieure d'un fourreau, § 233.

Dauphin, forme des anses dans les anciens ca-

nons. Ce nom (*Delphinen*) a été conservé aux anses dans la langue allemande.

DECLIC. (V. Détente.)

DÉGORGEOIR, pièce composée d'un manche et d'une tige de fer qu'on introduit par la lumière d'une bouche à feu pour percer la cartouche avant de placer l'étoupille, § 487.

DEMI-CANON, nom donné quelquefois aux coulevrines qui n'avaient pas un aussi fort calibre que les canons.

DEMI-CUISSART, cuissart pour le cavalier, de peau au-dessous de la cuisse, et de fer au-dessus.

DEMI-ESPADON, épée moins longue et plus étroite que l'espadon, dont elle a la forme.

DEMI-PIQUE, pique de sept pieds de longueur dont l'usage a été fort étendu dans l'infanterie. (V. Esponton.)

DÉTENTE (abzug), pièce de la garniture d'un fusil sur laquelle on presse avec le doigt pour faire feu, § 360.

DOUBLE-DÉTENTE (nadel kupfer schneller, *stecher*), système faisant abattre le chien sous le plus faible effort, § 365.

DOUBLE-CANON, nom donné à de gros canons anciens.

Doloire; espèce de hache d'armes.

Douille de baïonnette (dulle), partie creuse dans laquelle le canon s'adapte; § 217.

Douille de lance, partie creuse dans laquelle entre la hampe.

E

Écailles, pièces de fer qui se recouvrent réciproquement dans une armure, comme les écailles d'un poisson.

Échantignolle, pièce en bois dans l'affût de place servant à donner plus d'élévation à la vis de pointage.

Éclisses (verkeilung), coins de bois petits, larges et minces, servant à maintenir la bombe dans l'axe du mortier à chambre cylindrique, § 471.

Écouvillon (wischer), brosse placée au boat d'une hampe pour nettoyer ou rafraîchir les bouches à feu, § 553.

Écu (schilde), petit bouclier, § 28.

Écuanteur, inclinaison d'une roue sur son moyeu, § 457.

Écusson(abzugblech), pièce de la garniture d'une arme à feu portative dans laquelle passe la détente, § 360.

Elme, § 28, 29. (V. Heaume.)

Embase des tourillons (anguss scheiben), renforts de métal cylindriques et concentriques aux tourillons placés à leur base contre la bouche à feu, § 443.

Embouchoir (oberring), boucle la plus élevée du fusil, § 360.

Embrasures, ouvertures pratiquées dans les batteries pour placer des bouches à feu.

Engin, dénomination générique de toutes les anciennes machines de guerre destinées à l'attaque ou à la défense des places.

Entretoises (riegel), pièces en bois qui relient les deux flasques d'un affût, § 456. — Il y avait dans les anciens affûts de siége quatre entretoises : de *volée* sous le second renfort, de *couche* sous le premier, de *mire* sous l'emplacement du bouton de culasse, de *lunette* près des crosses.

Dans les affûts de siége et de campagne, à flèche, nouveau modèle, il n'y a plus d'entretoise.

Dans les affûts de mortiers de 32, de 27 et 22 c., deux entretoises en bois lient les flasques en fonte.

Dans les affûts de place en bois, il y a trois entretoises.

Dans l'affût de côte en fonte, il y a trois entretoises en fonte.

ÉPARS, pièce de bois qui en assemble deux autres. Elle est d'un échantillon moins fort que l'entretoise.

ÉPAULIÈRE (schulter-deckel), partie de l'armure ancienne qui défend les épaules, § 31.

ÉPÉE (degen), arme-blanche composée d'une *poignée*, d'un *pommeau*, d'une *garde*, d'une *lame* d'acier longue, *pointue*, *plate* ou *triangulaire*, destinée à agir du tranchant, de la pointe ou des deux manières, § 199.

Il y a en France huit modèles d'épées :

1° Modèle 1816 pour les sous-officiers du génie et employés militaires (lame droite à deux tranchants, quatre pans creux sur moitié de la longueur),

2° Épée d'officier d'état-major (modèle 1855), lame droite à deux tranchants, une arête au milieu.

3° Épée, modèle d'état-major (modèle 1845), dite à ciselures.

4° Épée d'officiers du génie (modèle 1855), même modèle, à peu de différence près, que celui (1816) pour sous-officiers.

5° Épée d'officiers (modèle 1845), diffère peu des précédents.

6° Épée d'intendant militaire (modèle 1852), lame droite, sans pans creux ni gouttières, section en losange.

7° Épée d'officier de santé (modèle 1852), lame droite, quatre pans creux.

8° Modèle 1853, pour sous-officiers et brigadiers de gendarmerie; même lame que celle du modèle 1816 pour sous-officiers du génie, dont il ne diffère que par la monture.

Épieu, arme ancienne, composée d'une hampe portant une lame forte, pointue, large et tranchante des deux côtés.

Éprouvette (probe morser), petit mortier en bronze ou en fonte, pour éprouver la force de la poudre.

Escopette, espèce de petite arquebuse usitée sous Henri IV.

Espade, *espadon* (schwerk), épée très-longue, large et tranchante, qu'on maniait à deux mains, § 34.

Esponton, (sponton), demi-pique de 7 à 8 pieds de longueur, armée d'un fer d'un pied de long qui

servit d'armes aux officiers jusqu'à la fin du dix-huitième siècle, § 42.

ESSE, pièce de fer traversant l'extrémité d'un essieu pour le maintenir dans le moyeu.

ESTOCADE, épée de longueur. L'épée de Henri IV, qu'on a conservée, est une estocade.

ÉTOUPILLE (zundrorche), artifice destiné à amorcer les bouches à feu. Elle se compose d'un roseau rempli de composition qu'on place dans la lumière, et de 4 brins de mèche, qui restent en dehors de la pièce pour recevoir le feu, § 497.

ÉTOUPILLE fulminante, qui met le feu à la charge par le frottement d'un fil de laiton appelé *frotteur* ou *rugueux*, dans une composition fulminante, § 500, 501.

ÉTOUTEAU, pivot implanté sur la douille de la baïonnette, qui borne le mouvement de la virole.

ÉTRIER d'essieu, pièce en fer destinée à fixer un essieu.

ÉTOILE mobile, pièce destinée à mesurer le calibre intérieur du canon, § 593.

F

FAUCHARD, arme tranchante des deux côtés, gar-

nie de pointes, munie d'un manche de 5 à 6 pieds de long (besague).

Faughon, espèce de sabre oriental recourbé par le tranchant en forme de faucille.

Faucon, ancienne petite pièce d'artillerie pour campagne.

Faucon. — Hallebarde.

Fauconneau, ancien petit canon long et du calibre de 1 liv. à 1 liv. 1/2 de balles.

Faucre, arrêt de la lance, espèce de poteau ou de soutien attaché au côté de la cuirasse.

Faulx, composée d'un manche et d'une lame perpendiculaire.

— Chariot armé de faulx (streit wagen). Chariot usité des anciens, § 14.

Fer, nom générique de la pièce de métal, tranchant ou piquant, fixée à un manche, une hampe, la poignée d'une arme.

Fer émoulu, pour les combats; *émoussé*, non *émoulu* pour les tournois.

Flasques, pièces principales des affûts, reliées par des entretoises.

Ils sont en bois pour les affûts de campagne et de siége, en fonte pour les affûts de mortier, de casemate et de côte.

FLÉAU-D'ARMES. — Arme semblable au fléau pour battre le blé. La partie destinée à frapper était souvent armée de pointes.

FLÈCHE (block), partie principale des affûts de
§ 467 campagne et de siége.

FLÈCHE est en général une pièce de bois qui, passant par le milieu de 2 trains, sert à les réunir. Il y a une flèche dans le caisson, dans les chariots, etc.

FLEURET, épée à lame carrée, garnie par le bout d'nn bouton revêtu de peau, usité pour l'escrime.

FLIC, *flus*, *flise* ou *flèche*.

FLISSA *des Kabyles*, espèce de sabre.

FOUET-D'ARMES, manche court portant des chaînettes ou des cordes qui soutiennent des globes de de fer, quelquefois garni de pointes; s'appelle aussi *scorpion*.

FOURCHETTE, pièce à charnière fixée au milieu d'une arme portative de forte dimension soutenant l'arme par un bout et s'enfonçant en terre par l'autre bout.

FOURCHETTE, bâton de qnatre pieds environ, terminé en fourche, destiné à soutenir l'arquebuse dans le tir.

FOURCHES à couteau et à crochet, sorte de lame terminée en fourche.

FORQUINE, *Fourquine.* (V. Fourchette.)

FOURREAU (scheide), gaîne, étui en cuir ou en tôle de métal, dans lequel on met l'épée, le sabre ou la baïonnette lorsqu'on ne s'en sert pas pour le combat, § 205-232.

FRAMÉE, lance très-ancienne à fer acéré, plat, étroit et court.

FRANCISQUE, hache d'armes des premiers Francs.

FRÈTE, nom très-ancien de la flèche.

FRONDE (schlender, funda), arme offensive très-ancienne, formée de deux ou trois cordes et d'un culot dans lequel se place une pierre qu'on lance, § 2, 10, 12.

FRONDIBALE (fundibole), longue pièce de bois à deux bras inégaux dont l'un portait une caisse ou sac de pierres et l'autre un contre-poids, § 18.

FRONTEAU de mire, masse en bronze fixée sur une pièce un peu en avant du tourillon.

FROTTEUR. (V. Étoupilles fulminantes.)

FUSÉES *à bombe* ou *obus* (brandrorchen zunder), cône de bois creux percé d'un trou rempli d'une composition d'artifice pour mettre le feu à la charge destinée à faire éclater, § 555.

FUSÉES *de grenades* à amorce fulminante.

FUSÉES *de signal*, ou *Fusée volantes* (krieksra-

kete), composées d'un cartouche en carton contenant une composition d'artifices, surmonté d'un pot et d'un chapiteau conique dans lequel est disposée une garniture de pétards, étoiles, serpenteaux, etc.; elle sont dirigées par une baguette fixée au cartouche, § 597.

Fusées *de guerre* — *Fusées à la congrève*, différant des précédentes en ce qu'elles ont de plus fortes dimensions, et en ce que leur cartouche est en tôle. Le chapiteau est rempli de matières incendiaires ou de balles; la baguette est dans l'axe du cartouche, § 597.

Fusil (flinke), arme à feu de l'usage le plus général dans l'infanterie, § 60, 341.

Les modèles ont été très-variables et très-nombreux; leurs principales différences sont signalées ci-dessous.

— Modèle 1717. — Canon rond de 44 pouces (1^m,191), platine carrée, bassinet en fer, baguette en bois.

— Modèle 1728. — Diffère peu du précédent.

— Modèle 1746. — Canon à huit pans, longueur 44 pouces, platine carrée, bassinet en fer, sans ressort de baguette, baguette en fer, etc.

— Modèle 1754. — Diffère peu du précédent, pèse 10 livres 4 onces.

— Modèle 1763. — Canon rond, longueur 42 pouces (1m,137), calibre de 7 lig. 9 ts. (17 mil. 5), lumière cylindrique, platine carrée, bassinet en fer, ressort de baguette fixée à l'embouchoir, baguette en fer avec tête en forme de poire en acier, baïonnette à virole, poids 10 livres.

— Modèle 1766. — Canon plus léger, ressort de baguette tenant au tonnerre, baguette tout en acier en forme de clou, baïonnette à ressort, poids 9 livres 8 onces.

— Modèle 1768. — Baïonnette à virole; du reste semblable au précédent.

— Modèle 1770. — Canon plus fort, platine demi-ronde, ressort de baguette tenant à la capucine.

— Modèle 1771. — Tenon de la baïonnette en dessous du canon, platine ronde, monture en gigue, c'est-à-dire avec un renflement convexe au-dessous de la poignée.

— Modèle 1773. — Ressort de baguette tenant au canon.

— Modèle 1774. — Ressort de baguette tenant à la capucine, baïonnette à bourrelet tenue par un

ressort fixé au canon, baguette en aciar à tête de poire.

— Modèle 1776, marqué 1777. — Canon à 5 pans très-courts, longueur 42 po., (1m,137), calibre 7 lig. 9 ts. (17 mil. 5), balle de 18 à la livre (27 gr. 15), lumière cylindrique.

Baïonnette à 3 fentes et à virole, longueur 14 pouces (379 mill.).

— Modèle 1777, corrigé en l'an IX. — Embouchoir, capucine, grenadière tenus par des ressorts, la baguette par un ressort encastré dans le bois sous le tonnerre; pèse 9 livres 8 onces sans la baïonnette dont la lame est longue de 15 po. (406 mill.), et qui pèse 10° 3/4.

Les inconvénients de ce modèle, avec lequel on a fait les guerres de l'Empire, étaient les suivants : Son centre de gravité étant trop éloigné du corps, le tir portait trop bas; il donnait de nombreux ratés dus à la pente trop forte de la batterie, etc.

— Modèle 1816. — Les caractères les plus saillants de ce modèle, dans lequel les changements les plus importants ont porté sur la platine et la lumière, consistent en une lumière conique ayant 16 points de diamètre extérieur et 12 de diamètre intérieur; bassinet à garde-feu, plan de

l'entablement passant par le centre de la lumière, etc.

Il a présenté à un haut degré l'inconvénient de cracher, la batterie s'ajustait difficilement sur le corps.

Enfin le canon trop long, comme dans le modèle précédent, donnait lieu aux mêmes défauts dans le tir.

— Modèle 1822. — Ouverture extérieure de la lumière diminuée, canon diminué de 2 pouces, longueur 40 pouces (1m,083), baïonnette augmentée de 2 pouces; longueur, 17 pouces (0m, 460), etc.[1]

— Modèle 1822. — Transformé à percussion. (V. la page 32 du n° 1.)

— Modèle 1840. — (V. la p. 31 du n° de janv.)

— Modèle 1842. — (V. la page 31 *id.*)

— Modèle 1853. — (V. la page 33 *id.*)

— Modèle 1854. — (V. la page 33 *id.*)

— Modèle 1857. — (V. la page 34 *id.*)

Fusil *de dragon.* — Modèle 1777, à silex, plus court de 2 pouces que le fusil d'infanterie, 40 pouces (1m,083) de longueur, calibre de 7 lig. 9 ts. (17 mill. 5), grenadière en fer à deux bandes, les autres boucles en laiton.

Fusil *d'artillerie, dragon, voltigeur.* — Modèle an IX, canon de 38 pouces, garniture en cuivre, sauf la grenadière en fer à 2 bandes.

Fusil *de voltigeur.* — Modèle 1816, canon de 38 pouces, d'ailleurs semblable au fusil d'infanterie, modèle 1816.

— *de voltigeur.* — Modèle 1822, canon de 38 pouces, (1^m,029) d'ailleurs semblable au fusil d'infanterie, modèle 1822.

— *de voltigeur* 1840, 1842, 1853, 1854, ne diffère des fusils d'infanterie correspondants que par la longueur moindre du canon.

Fusil *d'artillerie.* — Modèle 1777, canon de 34 pouces, (920 mill.) calibre de 7 lignes 9 points, (17 mill. 1), garnitures en cuivre.

— *d'artillerie.* — Modèle 1816, présentant les mêmes dispositions pour la lumière, platine et les mêmes défauts que le fusil d'infanterie de cette époque, calibre 7 lig. 7 ts (17 mill. 1).

— *d'artillerie.* — Modèle 1822, comme le fusil d'infanterie, à la longueur et aux garnitures en cuivre près.

Ce fusil, dépourvu de baïonnette, est devenu le fusil de dragon, modèle 1822.

Fusil *de dragon.* — Modèle 1822, transformé à

percussion (comme le fusil d'infanterie et de voltigeur), calibre de 17 millimètres 8.

— *de dragon*. — Modèles 1842 et 1853 (page 191).

Fusil *de marine*. — Modèle 1777, comme le fusil d'infanterie, modèle 1777 (garnitures en laiton).

— *de marine*. — Modèle an IX, diffère du fusil de voltigeur en ce que la grenadière est en laiton.

— *de marine*. — Modèles 1816 et 1822. — Fusil de voltigeur avec garniture en laiton.

Fusils de divers modèles.

Fusil *d'officier*. — Modèle 1763, canon de 34 pouces (920 mill.), calibre de 7 lig. 9 ts. (17 mill, 5).

Fusil *d'honneur* (en usage sous le Consulat). — Canon bronzé, garnitures en argent.

Fusil *de la garde impériale*. — Modèle 1802, semblable au modèle 1777, garnitures et battants en laiton.

Fusil *des Cent-Suisses*. — Modèle 1814, comme le précédent, battants en fer.

FUSIL *des gardes-du-corps et mousquetaires*, batterie à trousse, table évidée suivant une surface cylindrique, bassinet avec recouvrement cylindrique en laiton.

FUSIL *des élèves de Saint-Cyr.* — Fusil léger, modèle 1816, garnitures en laiton.

FUSIL *à aiguilles.* — Fusil dans lequel le feu est mis par le choc d'une aiguille contre le fulminate placé soit en avant soit en arrière de la charge.

FUSIL n° 1, c'est-à-dire fusil d'une fabrication moins soignée que ceux des modèles réguliers ou composé de pièces appartenant à divers modèles.

FUSIL *double de voltigeur corse percutant*, double, à rubans, culasse à bascule, etc.

FUSIL *de rempart*, à percussion, modèle 1831, se chargeant par la culasse; calibre de l'arme, 0,0218; diamètre de la balle, 0,0225; longueur du canon, 1m,190, 12 rayures, porté par un pivot à charnière placé un peu en avant du centre de gravité, et qu'on adapte dans le trou d'un piquet enfoncé en terre. § 379.

— *de rempart.* — Modèles 1840 et 1842. — (V. Carabine.)

FUSIL *du marquis de Montalembert* (se chargeant par la culasse). Le logement de la charge ayant un

peu plus de diamètre que le reste de l'âme du canon, la balle s'y trouve forcée.

Fusil *à canon tordu*, dans lequel on a tordu successivement, de 2 en 2 ou de 3 en 3 pouces, les diverses parties du canon portées à la chaleur rouge.

Fusil *à canon à rubans*, dans lequel le canon est formé de rubans de fer enroulés en spirale et soudés.

Fusil *à canon damassé*, dans lequel le canon est formé de rubans de fer et acier corroyés ensemble et tordus, enroulés en spirale et soudés.

Fusil *à vent*; dans lequel la balle est mue par l'effet de l'air comprimé. On peut ainsi tirer successivement plusieurs coups.

Fut, partie de la monture d'une arme à feu portative, dans laquelle est encastré le canon.

G

Gachette (stange), pièce d'acier qui engraine par son bec dans les crans de la noix et qui détermine la chute du chien, lorsque, pressée sur sa queue par la détente, elle sort du cran de la noix. § 351.

Gaine, étui du poignard, de l'épée ou du sabre.

GALÉE (galea), ancien nom du casque.

GALET, petit caillou ou *jalet* qui se lançait dans la fronde ou l'arc à jalet.

GAMBESSON, *Gambisson*, *Gamboison*. (V. Gobisson.)

GANTELET (blechandschuhe), gros gant de fer pour garantir les mains. § 32.

GARDE (stichblatte), partie de la monture du sabre destinée à garantir la main contre les coups directs. § 229.

GARDE-BRAS, pièce de fer sur le brassard droit pour préserver ce bras.

GARDE-BRAYE. (V. Brague.)

GARDE-COLLET, pièces ou bandes de fer épaisses s'élevant sur chaque épaule pour garantir la gorge et le cou.

GARDE-CUISSE, pièce recouvrant les cuisses.

GARDE-FEU, partie élevée du plan incliné du bord qui est du côté du chien, dans le bassinet.

GARGOUCHE, *Gargouge*, *Gargousse*, sac de papier ou de parchemin destiné à contenir la charge d'une bouche à feu.

GARNITURE (garnitur) des armes portatives, partie de métal destinée à lier le canon au bois ou à fortifier cette dernière pièce, § 360.

GARNITURE *de fusées*, artifices; pétards, matières incendiaires, balles contenues dans le pot et dans le chapiteau.

GENOUILLÈRE, partie de l'ancienne armure qui couvre ou défend le genou.

GÈSE, demi-pique ainsi nommée par les Gaulois.

GIGUE (monture en), monture renflée à la poignée; se trouve au fusil modèle 1771 et aux fusils de chasse.

GIMBET, petite flèche.

GLAIVE (schwerk), (V. Espadon), § 33 et 34.

GLAIVE, lance mince et légère, ferrée d'une pointe longue et aigüe.

GLAND, balle de plomb pour la fronde.

GLOBE *d'éprouvette* en cuivre, de 7 pouces (0^m,1805) de diamètre et pesant 60 liv. (29 k. 3), dont la portée indique la force de la poudre.

GOBISSON (wamms), pièce de cuir ou d'étoffe destinée à empêcher la pression de la cuirasse sous laquelle elle se portait, § 30.

GOLLET *de mailles*. (V. Chemise maillée.)

GORGERETTE. (Id.)

GORGERY, *Gorgerin* (ringtragen); partie de l'armure pour garantir le cou. § 30.

GOUBISSON. (V. Gobisson).

GOUPILLES, petites chevilles d'acier trempé, noyées dans le bois, destinées à maintenir des pièces dans les armes portatives.

GOUSSET, partie de l'ancienne armure destinée à garantir les aisselles.

GOUTTIÈRES *de sabre*, creux dans la lame, surmonté d'une arête éminente.

GRAIN *de lumière*, pièce de cuivre rouge contenant le canal de lumière qui se visse dans la bouche à feu.

GRAPPE, amas de balles arrangées sur un plateau de bois autour d'un axe de fer.

GRÉGEOIS (feu) (griechische feuer), dont on n'a jamais bien connu la composition, et qui paraît être formé des principes constituants de la poudre sous forme de fusée, § 27.

GRENADES *à main* (calibre de 4), pesant 2 liv., se lançant à la main.

GRENADES *de rempart* (calibres de 16, 24, 33), se roulant contre l'ennemi au moyen d'un auget.

GRENADIÈRE, (mittelring), boucle du milieu d'un fusil. § 360.

GRÈVE, devant de la jambière.

Griffon. (V. Écouvillon.

Grille, partie de la visière du heaume qui correspond aux yeux et permet de voir par des trous et ouvertures en forme de grilles ou treillis.

Guidon, (korn, mucke), pièce de laiton brasée vers la bouche du canon, d'une arme portative pour donner la ligne de mire. § 347.

Guindrelle, ancienne épée.

Guisarme, arme de hast, espèce de javeline à deux fers tranchants et pointus.

H

Hache *d'armes* (streitart) ; faite comme la cognée ou doloire de charpentier, s'appelait *francisque.*

— arme à manche mince portant un fer en forme de croissant destiné à agir de taille.

— Lorsqu'elle est munie d'un marteau à l'opposite, on l'appelle *barbole* ou *martiaire,* § 33. 36.

Hachereau, hache d'armes, petite, légère, courte.

Hacquebute, ancien nom de l'arquebuse.

Hallebarde (hellebarde), arme de 6 à 7 pieds de haut, composée d'une forte hampe, armée d'une

lame pointue, tranchante et crochue des côtés. On s'en sert à deux mains pour combattre, § 42.

Halecret (V. Alecret).

Hamée, hampe de l'écouvillon.

Hampe, autrefois *hante*, manche en bois des armes d'hast.

Hanapier, *hanepier*, partie de l'armure, plastron de fer couvrant la poitrine du militaire armé à la légère.

Harnement (V. Bardes).

Harpin, *harpis*, arme d'hast de 7 à 8 pieds, dont le fer pointu est accompagné d'un crochet.

Harquebuse. (V. Arquebuse).

Hast (armes d'), dénomination de toutes les armes montées sur un manche en bois, lances, piques, pertuisanes, hallebardes, espontons, faulx, haches, serpes, marteaux, etc.

Haste, javelot sans fer.

Haubert, *haubers*, *hauberc* (pauzer), cotte de mailles serrées destinée spécialement aux chevaliers. (V. Brugne). § 30.

Haubergeon, diminutif d'haubert.

Haubitz, premier nom donné aux obus.

Hausse (aufsatz), tige graduée sur la culasse d'une bouche à feu, servant à pointer à des dis-

tances supérieures à celle du but en blanc, § 328-445.

HAUSSECOL (ring-krage), partie de l'armure antique qui garantissait le cou, § 31.

Signe distinctif indiquant qu'un officier de troupe à pied est de service.

HÉALME, *heaume*, casque du chevalier ou du gentilhomme. (V. Elme).

HELEPOLE, tour roulante (waudel thurme). § 20.

HÉRISSON. (V. Cheval de frise).

HÉRISSON, boule hérissée de pointes, creuse et remplie d'artifice pour défendre la brèche.

HEUQUE (V. Hoqueton).

HEUSE, soulier de fer tenant à la jambière.

HOQUETON, casaque militaire plus longue que la cotte-d'armes et ornée.

HUGUE de brigandine. (V. Brigandine ou Anime).

J

JALET, petit caillou rond dont on chargeait l'arc à jalet.

JAMBIÈRE (beinschiene), chaussure de fer s'étendant du soulier à la genouillière, § 9, 31.



JACQUE, espèce de justaucorps de cuir ou d'étoffe se portant sur l'armure.

JACQUE DE MAILLE. (V. Chemise maillée.)

JAVELINE, arme d'hast, demi-pique composée d'une hampe de 4 pieds 1/2 environ, surmontée d'une lame courte, large, épaisse, tranchante et pointue, servait à pied et à cheval, et quelquefois comme arme de jet.

JAVELOT (*wurfspiesse*, *jacuda*), arme de jet, plus courte que la javeline, garnie d'une pointe de fer triangulaire, pyramidale, très aigüe, se lançait à la main à 30 ou 40 pas, § 10.

JAUME (V. Elme ou Heaume).

JET (arme de), arme lançant un projectile.

JOUQUES (V. Jaques de mailles).

JOYEUSE, épée de Charlemagne.

JUISARME. (V. Guisarme).

K

KHANDJAR, *sabre turc.*

KRYT, *sabre malais.*

L

Lacet, petit crochet de fer pivotant pour unir les parties du heaume.

Laisches, lames de fer attachées aux jouques ou à la chemise maillée.

Lance (*lanze*), arme d'hast, composée d'une hampe et d'un fer pointu, de forme et de dimension variables, § 10, 33, 210.

La lance, abandonnée vers le 17e siècle, fut reprise en France sous les guerres de l'Empire. Il y a eu trois modèles de lance : modèle 1812, longueur 2 mètres 761, branches longues ; modèle 1816, 2 mètres 840, branches courtes ; modèle 1823, 2 mètres 840, branches longues.

Lance-gaye, lame mince et légère approchant de la demi-pique.

Lance a feu, pièce d'artifice servant à mettre le feu aux bouches à feu, § 499.

Lanterne, demi-cylindre de tôle monté sur une hampe et servant autrefois à charger les pièces, § 495.

Licorne, obusier long en usage en Russie, § 583.

Lorique (*lorica*), cu asse, haubert, § 8.

LUMIÈRE (*zundloch*) d'une arme à feu, canal servant à communiquer le feu à la charge, § 286.

LUNETTE (prosloch), trou percé dans l'entretoise de crosse d'un affût et destiné à recevoir la cheville ouvrière, lorsqu'on veut assembler les deux trains, § 456.

M

MACHINES anciennes de guerres, ***baliste***, ***catapulte***, ***scorpion***, ***manubaliste***, ***frondibale***, ***malléole-phalarique***, ***vignes***, ***tortue***, ***muscule***, ***hélépole***, ***sambuque***, ***toleno***, ***corbeau***, ***corbeau à griffe***, ***mantelet***.

MACHINE INFERNALE, bâtiment chargé de poudre, de bombes, d'artifices, et destiné à faire sauter des constructions ou à y mettre le feu.

On peut ranger dans la catégorie des machines infernales les systèmes mentionnés, § 613.

MACHOIRES d'un chien (lippen), partie qui tient la pierre, § 350.

MAILLE, tissu d'un habit de guerre, formée d'anneaux et chaînettes entrelacées.

MAILLET ou *mail*, marteau d'armes court, sans pointe opposée au gros bout.

MAILLOCHE, *maillot*, *maillotin*, petit marteau d'armes à manche long et mince.

MAIN (armes de), telles que sabre, épée, etc., pour combattre de près.

MAIN-DE-FER, croc, harpon, harpis, havet.

MALLÉOLE-phalarique, trait portant des matières incendiaires lancé avec un arc ou une catapulte.

MANGAN, *mangane*, catapulte.

MANGONALLE, *mangoneau*, *mangonneau*, *mangonnelle*.

MANGONNELLE, arbalète très-forte, dont l'arc à 15 à 20 pieds de long.

MANTELET, carré de bois portant sur des roues, dont le travailleur se couvrait dans les siéges.

MANU BALISTE, petite baliste ou catapulte, § 17.

MARRON, petit pétard d'artifice.

MARTEAU, *marteau d'armes* (*streit Hammer*), arme faite d'un côté comme un marteau, quelquefois de l'autre comme une hache, § 36.

MARTEL, premier nom du marteau d'armes, ajouté au nom de Charles, en commémoration de l'usage glorieux qu'il en fit contre les Sarrazins.

MARTIOBARDULE, nom donné par les Romains à la hache d'armes.

MASSE D'ARMES, arme d'hast, tête en fer ; boule de

fer hérissée de pointes, tenant à un manche en bois.

MASSE DE MIRE, § 445.

MASSUE (*streit kolbe*), corps lourd, d'un bois fort, de forme ronde ou ovale, terminé en manche, avec tête souvent garnie de pointes en fer, § 36.

MATARAS, *matras*, trait pour arbalète ou mangoneau.

MATÈRE. (V. Javeline).

MATTIAIRE (V. Bardole).

MÈCHE à canon (lunte), cordage de chanvre qu'on fait bouillir dans l'acétate de plomb, et qui sert à conserver le feu, § 498.

MENTONNIÈRE, partie basse du heaume emboîtant le menton.

MENTONNETS, parties saillantes situées autour de l'œil d'une bombe, dans lesquelles passent les anneaux.

MERCI, *mercy* (glaive de) (dolk), § 35.

MEZAIL, profil du casque fermé.

MIRE (coin de) (keil), sert à pointer les mortiers, § 540.

MIRE (bouton de), grain d'orge en cuivre servant à viser, brasé sur la bouche d'un canon de fusil de chasse.

MIRE, (grain de), § 347.

Mire (ligne de), droite située dans le plan de tir et qui s'appuie d'une part sur le bourlet ou sur la plate-bande de la bouche, de l'autre sur la plate-bande de culasse (*ligne de mire naturelle*) ou sur la hausse (*ligne de mire artificielle*), § 324.

Miséricorde, poignard fort et large à l'extrémité, § 33. (V. Glaive de merci).

Mitraille, morceaux de fer de toute espèce, clous, chaînes, balles, lancés par des canons.

Balles à mitraille, § 492.

Moine, morceau d'amadou fixé au trou d'un papier dont on recouvre l'amorce pour mettre le feu aux mines.

Monture de fusil ou bois (schaft), § 359.

Monture de sabre, d'épée (gefass), partie supérieure de l'arme dans laquelle s'engage la soie. § 229.

Montants, pièces verticales de l'affût de place en bois.

Morion, casque aplati des côtés, destiné aux gens de pied.

Morne, anneau qu'on passait à la pointe de la lance pour qu'elle ne blessât pas dans le tournois.

Morgenstern, massue suisse hérissée de grosses pointes de fer, § 36.

MORTIER (morser), bouche à feu courte d'un fort calibre, lançant des bombes. (V. l'article Bouche à feu.) § 532.

Système Vallière.

MORTIERS de 12 pouces (32 c.), de 8 pouces 3 lig. (22 c.) à chambre cylindrique.

MORTIERS de 12 pouces (32 c.) à chambre en forme de poire.

Système Gribeauval.

MORTIERS à chambre cylindrique de 12 pouces (32 c. de 10 pouces (27 c.), à grande et petite portée, et de 8 pouces (22 c.).

MORTIER-ÉPROUVETTE, de 7 pouces.

Plus tard mortiers à la Gomer des mêmes calibres.

Système de l'an XI.

MORTIER à la Gomer de 12 pouces (32 c.), de 10 pouces (27 c.), de 24 ou 5 pouces 7 lignes, on y a ajouté plus tard unmortier de 6 pouces.

Système actuel.

MORTIERS de 32 c. dont la fabrication est suspendue, 27 c., 22 c. modèle 1839, 15 c. modèle 1838.

MORTIER à plaque de 32 c. en fonte (marine).

Mortier-éprouvette, mortier destiné à éprouver la force de la poudre. (V. Éprouvette.

Mortier-Cohorn, l'un du calibre de 16, l'autre du calibre de 8, portée de 4 à 500 toises, § 542.

Moufflard, partie supérieure du casque.

Mouchettes, dénomination de tous les objets qu'on lançait contre les murs avec des engins.

Mousquet (muskete), arme à feu d'abord lourde et longue, que l'on tirait appuyée sur une fourchette ensuite plus légère et plus courte que l'arquebuse, munie d'un serpentin, § 53.

Mousqueton (*carabiner*), arme à feu courte § 372.

Mousqueton *de cavalerie.* — Modèle 1763. — Canon de 29 pouces (787 mill.), calibre 7 lignes 7 points (17 mill. 1), platine du système 1763, garniture en laiton.

— Modèle 1766, diffère peu du précédent.

— Modèle 1777, plus long de 2 pouces que les précédents.

— Modèle 1786, canon de 26 pouces (704 mill.), à 5 pans courts; calibre de 7 lig. 7 points (17 mill. 1), lumière cylindrique, platine semblable à celle du modèle 1777; garnitures en laiton, sauf la grenadière et la tringle, baguette en acier traversant la

crosse, sans baïonnette ; a servi aux hussards jusqu'en 1816.

— Modèle an IX, longueur du canon, 28 pouces, calibre 7 lig. 7 points, platine du modèle 1777 corrigé ; baïonnette de 18 pouces. Arme munie d'une tringle et servant pour toute la cavalerie.

— Modèle 1816. — Pour la cavalerie, longueur du canon 18 pouces 6 lignes (0^m,50), calibre 7 lignes 7 points (17 mill. 1), point de baïonnette, tringle, baguette séparée de l'arme, porte-vis à queue, lumière et platine du modèle 1816.

— Modèle 1822, canon et platine comme le précédent, sauf des modifications du système 1822.

MOUSQUETON *de gendarmerie.* — Modèle 1825. Longueur du canon, 28 pouces (0^m,758), calibre 7 lignes 7 points (0,017), à baïonnette de 17 pouces (0^m,460) de longueur, sans tringle, baguette sur le bois.

— *de gendarmerie.* — Modèle 1825, transformé à percussion, transformation analogue à celle du fusil.

— *de gendarmerie.* — Modèles 1842, 1853, 1854. (V. page 491.)

MOUSQUETON *d'artillerie*, à silex. — Modèle 1829. Longueur du canon 22 pouces (0^m,60), calibre 7 lig. 7 points (0^m,0171), sans baïonnette.

Mousqueton *d'artillerie*, modèle 1829 transformé à tige. 4 rayures progressives de 0 mill. 5 à 0 mill. 2 ; sabre baïonnette, modèle 1842.

Mousqueton *de lanciers.* — Modèle 1836. Diffère du mousqueton de cavalerie, modèle 1822, en ce qu'il porte une visière et guidon en laiton sur une embase en fer, et en ce qu'il n'a pas de tringle.

Muscule, logement roulant, couvert, servant à approcher des murs.

N

Nazel, *Nazal*, partie supérieure du casque couvrant le nez. (V. Moufflard.)

Noix, arrêt de la corde de l'arbalète tendue et placée dans l'échancrure faite à une petite roue tournante dans le fût.

Noix (nuss), pièce en forme de croissant liée au chien par l'arbre de la noix. Par suite de la pression exercée sur la queue de détente, elle tourne et entraîne dans son mouvement le chien qui s'abattant avec violence sur la capsule, détermine l'inflammation, § 350.

[redacted]

O

Obus, *haubitz* (granate), projectile creux, autrefois avec culot, aujourd'hui sans culot, qui se lance avec l'obusier, et dans lequel on met une charge destinée à le faire éclater, des matières incendiaires et même des balles, § 572.

Obusier, bouche à feu destinée à lancer des obus. (V. l'article Bouche à feu.) § 565.

Système Vallière.

Obusier de 8 pouces (22 c)., (modèle non déterminé).

Système Gribeauval.

Obusier de siége de 8 pouces (22 c.); de campagne de six pouces (16 c.) court.

Système de l'an XI.

Obusier de 24 (15 c.); de 6 pouces (16 c.) à longue portée ajouté plus tard.

Système actuel.

OBUSIER de siége de 22 c (en bronze). mod. 1829,

OBUSIER de place de 22 c. (en fonte). mod. 1847.

OBUSIER de côte de 22 c. (en fonte), marine, modèle 1840.

OBUSIERS longs de campagne de 16 et de 15 c., modèlé 1828 (ce dernier est abandonné).

OBUSIER de montagne, de 12, modèle 1828.

ŒIL *de bombe* ou *d'obus*, trou conique à la partie supérieure du projectile par lequel on introduit la charge destinée à faire éclater et qu'on ferme avec une fusée qui communique le feu.

OLLE. (V. Grenade.)

ONAGRE (onager), sorte de catapulte, § 16.

OREILLÈRE ou *oreillon*, plaque de fer tenant au heaume et destinée à défendre les oreilles et les mâchoires.

ORGUES, réunion sur un madrier de plusieurs canons d'arquebuse ou de mousquet qui prenaient feu par une même amorce.

P

PANIER, pavois fait d'osier et couvert de peaux.

— dans le milieu de la corde de l'arbalète, destiné à recevoir le pied de la flèche.

— de la fronde. (V. Culot.)

— (korb) d'un sabre, système formé par les branches de la monture, § 229.

Panne, grand bouclier revêtu de peau.

Parme, bouclier de moyenne grandeur, plus large du bas que du haut, usité pour l'infanterie.

Partuisanne. (V. Pertuisanne).

Passe-mur, coulevrine de 16 à 40 calibres de long.

Pavois, ancien et grand bouclier de piéton employé à l'inauguration des rois.

Pedieux, soulier de fer. (V. Hense.)

Pelte, grand bouclier des cavaliers.

Pennes, plumes fixées au pied d'une flèche ou d'un dard.

Pente, courbure que doit avoir la crosse d'un fusil.

Perdreaux, *perdrix*, projectiles lancés par une bouche à feu composée de 13 petits mortiers qui entouraient un mortier de 8 pouces.

Perrière, onagre, catapulte.

Pertuisanne (partisane), arme d'hast qui ne diffère de la hallebarde, qu'en ce que la lame est plus longue, plus large et plus tranchante, § 42.

Pétard (pétarde), pièce en bronze, en forme de

cloche, munie au sommet d'un grain de lumière, qu'on accrochait à un objet pour le détruire, § 612.

Boîte en bois remplie de poudre qu'on emploie pour briser les portes, barrières, etc.

PÉTRINAL (petrinals, poitrinals), arme à feu, usitée autrefois par la cavalerie, § 56.

PÉTROLE. (V. Marron.)

PIED-DE-BICHE (handwinde), crochet pour bander l'arc, § 37.

PIERRE-A-FUSIL (fener sleine), fixée entre les mâchoires du chien et produisant le feu par son choc sur la batterie, § 410.

PIERRIER, bouche à feu de la forme d'un mortier, destinée à lancer des pierres, cailloux, ferrailles, carcasses.

Système Vallière.

PIERRIER de 15 pouces (41 c.), à chambre tronconique.

Système Gribeauval.

PIERRIER de 15 pouces (41 c.).

MÉMOIRE

SUR LA

DÉRIVATION DES PROJECTILES OBLONGS

LANCÉS AVEC DES ARMES RAYÉES.

Par **C. MONDO**, major au corps royal d'artillerie Sarde,

---

1. On lance toujours les projectiles oblongs avec des armes rayées, pour leur imprimer ainsi un mouvement de rotation autour de leur axe de figure, mouvement dont l'objet est de les empêcher de céder aux causes qui, tendant à leur en imprimer un autre, les feraient dévier, et en rendraient le tir irrégulier. Parmi ces causes la principale est la résistance de l'air, lorsqu'elle n'est pas appliquée à leur centre de gravité.

L'expérience prouve cependant que malgré l'emploi des armes rayées, les projectiles oblongs dévient du plan vertical de tir, mais contrairement à ce qui arrive dans le tir des projectiles sphériques avec une arme non rayée, on observe que, pour la même arme et le même projectile, la dévia-

tion a toujours lieu du même côté de ce plan, et pour une même distance elle a toujours à peu près la même valeur numérique.

Cette déviation constante en direction et en intensité est ce qu'on appelle la *dérivation*, et elle peut avoir lieu à droite aussi bien qu'à gauche du plan de tir. L'expérience ayant depuis prouvé que le sens de la dérivation change avec celui des rayures du canon, on a conclu qu'un tel phénomène ne dépend que du sens de ces rayures, mais un examen plus détaillé du mouvement du projectile, que je me propose de faire dans ce mémoire, suffira à démontrer l'insuffisance d'une telle conclusion, en prouvant que non-seulement du sens des rayures du canon, mais aussi de la position respective des centres de gravité, et de résistance de l'air dépend le phénomène de la dérivation.

Ce fait très-important a déjà été signalé par M. le docteur Magnus, par des expériences très-ingénieuses (1); mais la cause théorique en était toujours assez obscure pour ne pas être saisie par un grand nombre de personnes; et c'est pour

(1) Voyez dans la *Revue de Technologie militaire* t. I, par Delobel, lieutenant-colonel d'artillerie Belge, la traduction du mémoire du docteur Magnus.

cela que je me suis décidé à en donner la démonstration qui forme le sujet du présent mémoire; dont le but est seulement de donner une idée assez nette des diverses phases du mouvement d'un projectile oblong, pour que tout le monde soit à même de s'expliquer le phénomène de la dérivation, sans cependant traiter analytiquement la question du mouvement du projectile, puisqu'il faudrait pour cela tenir compte non-seulement de son mouvement de rotation, ce qui la complique beaucoup, mais encore connaître la résistance de l'air sur cette espèce de projectile, qui jusqu'à présent, que je sache, n'a pas encore été déterminée.

2. Cela posé, je viens à la question :

La mécanique enseigne que lorsqu'une masse homogène tourne autour d'un axe fixe par rapport auquel elle est symétrique, cet axe n'éprouve aucune pression à cause de la rotation, parce que toutes les forces centrifuges se font équilibre.

Il résulte de cela que, quand même l'axe de rotation ne serait pas fixe, il n'aurait aucune tendance à se déplacer pendant la rotation, puisqu'il n'est sollicité par aucune force.

Il résulte encore que, quand l'axe de rotation est supposé doué d'un mouvement de *transport*

parallèle (1), celui-ci ne sera pas troublé par celui de rotation du projectile, et l'axe continuera, en vertu de son mouvement de transport parallèle, à se maintenir parallèle à sa position initiale.

Qu'on suppose maintenant un projectile oblong, homogène, symétrique autour de son axe, lancé dans le vide avec une arme rayée. Puisque la force qui l'a lancé passait par son centre de gravité, la mécanique enseigne que l'axe du projectile sera doué d'un simple mouvement de transport parallèle, lequel, en vertu de ce qu'on vient de dire, ne sera pas troublé par la rotation que les rayures impriment au projectile qui, par loi d'inertie, devra se mouvoir indéfiniment et uniformément dans la direction rectiligne dans laquelle on l'a lancé avec son axe, dans cette même direction, et continuer toujours dans sa rotation initiale.

3. Il en serait effectivement ainsi si, pendant son mouvement dans l'espace, le projectile n'était pas soumis à la force de gravité. Cette force n'aura aucune influence sur le mouvement de rotation, puis-

(1) Le mouvement d'un corps ou d'un système de corps, est dit de *transport parallèle*, lorsque tous ses points décrivent simultanément, et dans un très-petit temps, des chemins égaux et parallèles.

qu'elle est appliquée à l'axe du projectile, mais sa direction passant par le centre de gravité elle en modifiera le mouvement de transport. Tout le monde sait, en effet, que dans ce cas le centre de gravité, au lieu d'une droite, comme dans le cas précédent, décrit une parabole ; et tous les autres points de l'axe décrivant, en vertu du mouvement de transport parallèle, des trajectoires égales et parallèles à celle du centre de gravité, il en résulte que cet axe pendant le mouvement du projectile se maintiendra toujours parallèle à sa position initiale.

4. J'ai supposé jusqu'à présent que le projectile se mouvait dans le vide, quoique effectivement son mouvement ait lieu dans l'air. Dans cette hypothèse, si l'on admet que la résistance de ce fluide soit aussi appliquée au centre de gravité, il résulte des considérations précédentes qu'elle modifiera simplement le mouvement de translation du projectile sans troubler celui de rotation. La trajectoire décrite par le centre de gravité, ne sera plus une parabole comme dans le cas précédent, mais une autre courbe comprise encore dans le plan vertical de tir, puisque toutes les forces qui lui sont appliquées sont comprises dans ce même plan. Tout cela a, du reste, lieu, soit que la rotation du

projectile s'effectue de droite à gauche, soit dans le cas contraire.

Quant à l'axe de rotation du projectile, il continuera à se maintenir parallèle à sa position initiale, parce que, comme dans le cas du § 3, ce projectile n'est soumis qu'à des forces appliquées à son centre de gravité.

Mais le parallélisme de l'axe qui, dans le vide, n'a aucune importance, en a cependant une assez considérable dans le cas actuel où le projectile est supposé se mouvoir dans l'air.

En effet, l'angle que fait la tangente GT (*fig.* 1) à la trajectoire avec l'axe BA de rotation, augmente continuellement de l'origine où il est nul, jusqu'au point de chute du projectile; or, puisque la résistance de l'air dirigée suivant la tangente à la trajectoire est proportionnelle à la surface A*a* de la projection du projectile, sur un plan normal à la direction du mouvement, surface qui augmente continuellement avec l'angle AGT, il s'en suit que le projectile rencontrera une résistance toujours croissante, ce qui fait disparaître en partie l'avantage de sa forme et de son poids, avantage dont la conservation exige que le projectile se meuve toujours

avec son axe dans la direction de la tangente à la trajectoire, ou du moins très-peu éloignée.

5. Supposons maintenant, ce qui est le cas plus ordinaire, que la résistance de l'air, au lieu d'être appliquée au centre de gravité, le soit à un autre point quelconque de l'axe du projectile et étudions ce qui arrivera.

La mécanique enseigne d'abord que lorsqu'un corps est soumis à l'action d'une force qui ne passe pas par son centre de gravité, celui-ci se meut comme si la force lui était directement appliquée, et en même temps le corps prend un mouvement de rotation autour d'un axe instantané conduit par le même point perpendiculairement au plan mené par la direction de la force et par le centre de gravité, plan que j'appellerai dorénavant le *plan d'impulsion*.

Dans le cas qui nous occupe, la résistance de l'air n'étant donc pas appliquée au centre de gravité du projectile, modifiera non-seulement le mouvement de ce point, mais elle imprimera encore au projectile un mouvement de rotation autour d'un certain axe conduit par son centre de gravité. Cette rotation, combinée avec la rotation initiale imprimée au projectile par

les rayures du canon, complique beaucoup son mouvement; la trajectoire décrite par son centre de gravité n'est plus, comme au § 4, une courbe comprise dans le plan vertical de tir, mais une courbe à double courbure, qui s'écartera à droite et à gauche, non-seulement selon le sens de la rotation, mais encore selon la position du centre de résistance par rapport au centre de gravité du projectile, comme je vais le prouver après que j'aurai fait les observations qui suivent.

6. J'observe d'abord que le mouvement de rotation du projectile peut avoir lieu de gauche à droite et *vice versa* (1), et que le centre de résistance peut être avant ou en arrière de celui de gravité (2). Combinant deux à deux les cas qui peuvent avoir lieu, nous aurons les quatre combinaisons suivantes :

(1) On dit qu'un projectile tourne de gauche à droite, lorsqu'un observateur supposé placé derrière la bouche à feu qui l'a lancé, voit ce projectile décrire sa trajectoire, de manière que sa partie supérieure tourne de gauche à droite. Réciproquement on dira du mouvement de droite à gauche.

(2) Le centre de résistance est avant celui de gravité, lorsqu'il est placé plus près de la pointe du projectile que ce dernier, et il est en arrière lorsqu'il en est plus loin.

1° Mouvement de rotation de gauche à droite. — Centre de résistance avant ;

2° Mouvement de rotation de gauche à droite. — Centre de résistance en arrière ;

3° Mouvement de rotation de droite à gauche. — Centre de résistance avant ;

4° Mouvement de rotation de droite à gauche. — Centre de résistance en arrière.

Pour être plus clair dans l'examen de ces quatre combinaisons, je supposerai que la gravité et la résistance de l'air n'agissent sur le projectile qu'au commencement de chacun des instant très-petits dans lesquels je suppose que le temps soit divisé ; il est évident qu'on n'aura qu'à supposer ces instants infiniment petits pour passer de ce cas hypothétique au cas pratique, dans lequel les forces agissent d'une manière continue.

Pour éviter aussi la complication qui résulte de la simultanéité des mouvements de translation et de rotation du projectile, je les examinerai séparément, ce qui, d'après le principe de mécanique connu sous le nom de principe de l'indépendance des mouvements simultanés, ne présente aucun inconvénient.

7. Cela posé, je commence par l'examen de la

première des quatre combinaisons ci-dessus, qui est le cas des projectiles ordinaires.

Soit G (fig. 2) le point de départ du centre de gravité du projectile, que je suppose lancé dans la direction GX, et soit C le centre de résistance ou le point d'application de la résistance de l'air. Au commencement du premier instant de son mouvement, le projectile est soumis à l'action de la gravité appliquée verticalement en G, et à la résistance de l'air dirigée suivant XCG. Ces deux forces étant comprises dans le même plan vertical de tir, il en résulte que le premier élément de la trajectoire décrite par le centre de gravité est compris dans ce plan, et si on suppose que GA soit l'espace que le centre de gravité décrit en vertu de l'impulsion initiale et de la résistance de l'air, et GB celui qu'il décrit en vertu de la gravité, la diagonale GG' sera l'espace parcouru pendant ce premier instant, et G' la position du centre de gravité à la fin de cet instant.

Il est à observer que, pendant ce premier instant, la résistance de l'air étant dirigée suivant XG passe par le centre de gravité, et n'a par conséquent aucune influence sur le mouvement de rotation du projectile, dont l'axe n'étant ainsi doué que du

simple mouvement de translation, sa position *a'b'* à la fin du premier instant sera parallèle à la position *ab* qu'il avait au commencement, comme on l'a déjà expliqué au § 3.

8. A l'origine du second instant le centre de gravité étant en G', le projectile est de nouveau soumis à la résistance de l'air, et à la gravité; celle-ci appliquée verticalement en G', et l'autre en C' parallèlement à la direction G'X' du mouvement, on a la tangente à la trajectoire. Ces deux forces sont encore comprises dans le plan vertical de tir, et le centre de gravité qui se meut comme si elles y étaient directement appliquées, décrira le second élément de sa trajectoire G'G" qui sera encore compris dans le même plan, et qu'on pourra déterminer d'une manière analogue à celle du premier instant.

Mais si le centre de gravité ne sort pas du plan de tir, il n'en est pas ainsi de l'axe du projectile, car la résistance de l'air appliquée en C', et dirigée parallèlement à G'X', ne passant plus par le centre de gravité, en vertu du principe énoncé au § 5, imprime au projectile un mouvement de rotation autour d'un axe conduit par le centre de gravité G' perpendiculairement au plan d'impulsion, qui,

dans ce cas, est celui même du tir; cet axe qui est donc horizontal, sera projeté verticalement en G, et le sens de la rotation autour du même est évidemment tel que la pointe du projectile tend à s'élever. Combinant ce mouvement de rotation avec l'initial suivant les méthodes qu'enseigne la mécanique, on aura l'axe de la rotation résultante, qui comme on va le voir, est la cause que l'axe du projectile pendant le second instant du mouvement, sort du plan de tir. En effet, par les deux axes de rotation projetés verticalement en $a'b'$ et G' (*fig.* 2) conduisons un plan SS, et soit (*fig.* 3) $mnpb''q$, la section du projectile par ce plan, il est évident que l'axe $a''b''$ du projectile sera la trace du plan vertical de tir sur le plan SS. Les deux axes de rotation seront donc $a''b''$ et pq ; autour du premier la rotation aura lieu de la gauche à la droite d'un observateur qui, placé en a'' au-dessus du plan SS, regarde la pointe du projectile; quant au second, la rotation s'effectue de manière que la pointe b'' du projectile s'élève perpendiculairement au-dessus du plan SS. Pour composer maintenant ces deux rotations et déterminer l'axe de la rotation résultante, portons sur les deux axes, à partir de leur pointe de rencontre G', des longueurs G'd et G'e proportionnelles aux vitesses angulaires des

deux mouvements ; supposons encore que ces longueurs soient portées dans un sens tel que plaçant l'œil en G' et regardant soit dans la direction G'*d*, soit dans la direction G'*e*, on voie les rotations correspondantes s'effectuer dans le même sens, par exemple de gauche à droite, on sait par un théorème de mécanique, que la direction de l'axe de la rotation résultante sera la diagonale G'E, qui sera de plus proportionnelle à la vitesse angulaire de cette même rotation. Cet axe, comme le montre la figure, coupe le plan vertical de tir au centre de gravité G' du projectile, de manière que la partie antérieure est à droite, et la postérieure à gauche, en entendant toujours, par droite et gauche, celle d'un observateur qui, placé derrière la bouche à feu, regarde le projectile pendant qu'il décrit la trajectoire.

Pendant le deuxième instant le projectile tournant donc autour de DG'O, son axe $a''b''$ décrira une portion de surface conique qui a son sommet au centre de gravité G'. La pointe b'', en vertu de cette rotation, en même temps qu'elle s'écartera à la droite du plan de tir, s'élèvera encore au-dessus du plan SS, puisque d'après le théorème de.mécanique énoncé, la rotation résultante autour de DO a lieu

dans le même sens que les rotations composantes, c'est-à-dire de gauche à droite.

Le centre de résistance C′ pendant cette rotation sortira aussi du plan vertical de tir.

9. Dès que le mouvement de la pointe du projectile vers la droite a lieu, on conçoit très-facilement qu'il commence à dévier de ce côté. Projetons en effet le projectile sur le plan horizontal en M (fig. 2), on voit qu'à la fin du deuxième instant la résistance de l'air, agissant suivant une direction que je supposerai projetée horizontalement en FE, le projectile déviera à droite par la même raison que dévie un bateau placé d'une manière analogue par rapport au courant. Du reste, on concevra facilement cette chose, en observant qu'au commencement du troisième instant la résistance de l'air appliquée en F (fig. 2), n'est plus comprise dans le plan de tir dont la trace horizontale est GY, et puisqu'elle modifie le mouvement de translation du projectile de la même manière que si elle était directement appliquée au centre de gravité G″, si on la suppose transportée en ce point, et qu'on la décompose en deux autres dont l'une comprise dans le plan vertical de tir et l'autre G‴ H normale, par l'action de cette dernière, le centre de gravité

qui, jusqu'à présent était resté dans le plan de tir, en sortira pour se porter à la droite, de sorte que le projectile, à la fin du troisième instant, occupera une position telle que N (fig. 2) et le centre de gravité se trouvera projeté horizontalement en G'''.

10. Quoique le phénomène de la dérivation dans le cas qui nous occupe soit par ce qui précède parfaitement expliqué, et qu'il ne soit pas nécessaire d'étudier encore le mouvement de rotation pendant le troisième instant, je crois cependant, qu'il ne sera pas inutile de le faire, pour expliquer encore une circonstance assez importante du mouvement des projectiles oblongs.

Au commencement du troisième instant, supposons conduit par la direction de l'axe du projectile projetée en $a''b''$, et par celle de la résistance projetée en FE (fig. 2) le plan d'impulsion. Ce plan n'est évidemment pas vertical, mais incliné de manière qu'un observateur, placé derrière la bouche à feu et regardant le projectile pendant qu'il décrit sa trajectoire, le voit avec une pente de droite à gauche en descendant sur l'horizon. Soit donc AB (fig. 4), ce plan déterminé comme on vient de le dire par l'axe *ab* du projectile, et la direction *cd* de la résistance de l'air; soit HH la

trace du plan vertical de tir avec le plan AB. La pointe du projectile qui, d'après ce qu'on a vu au § 8, s'est transportée pendant le deuxième instant à la droite du plan de tir, s'est aussi élevée, d'où il résulte que l'axe instantané *gh* de la rotation pendant le deuxième instant, coupera le plan AB en G, et sa partie antérieure G*h* lui sera évidemment au-dessous, puisque l'Axe G*b* du projectile qui est compris dans ce plan AB est la génératrice de la partie du cône supérieure à ce plan, cône dont G*h* est l'axe Or. la résistance de l'air au commencement du troisième instant imprimant au projectile un mouvement de rotation autour de la normale *p*G*q* au plan d'impulsion, normale qui est évidemment inclinée de gauche à droite, puisque le plan l'est de droite à gauche, les deux axes de rotation au commencement de ce troisième instant seront donc *gh* et *pq*. En prenant sur ces droites à partir de leur point de rencontre G, et du côté qu'un œil placé en ce point verrait les deux rotations s'accomplir dans le même sens par exemple de gauche à droite, les deux parties G*o* et G*m* respectivement proportionnelles aux deux vitesses angulaires, la diagonale G*n* sera l'axe de la rotation pendant le troisième instant; et puisque la normale *pq* qui est

un des axes est inclinée de gauche à droite, on voit clairement, par la figure même, que l'axe de la rotation résultante G*n*, sera non-seulement à la droite, mais encore au-dessous de celui G*h* de l'instant précédent.

Concluons donc que l'axe instantané de rotation, passant toujours par le centre de gravité du projectile, tourne de plus en plus sa partie antérieure à droite, en même temps que celle-ci s'incline aussi de plus en plus en bas; et l'axe de figure du projectile qui tourne autour de cet axe instantané devant le suivre dans son mouvement d'inflexion, il s'en suit que la pointe du projectile s'abaissera continuellement et l'axe s'approchera toujours de la tangente à la trajectoire. On a ainsi l'explication du phénomène suivant : « Malgré « que la résistance de l'air tende continuellement « à imprimer au projectile un mouvement de rotation dans le sens d'en élever la pointe, son axe « de figure tout en décrivant à chaque instant un « élément de surface conique au-dessus de l'axe « instantané, s'incline de manière que sa partie « antérieure est en bas ; puisqu'il suit l'axe de rotation qui s'infléchit à chaque instant dans le « même sens. Ce qui fait que l'axe de figure du

« projectile s'approchera toujours de a tangente « la trajectoire. »

Ce phénomène très-curieux a, du reste, été constaté expérimentalement par messieurs les membres de la commission royale instituée à Berlin, pour l'exécution des expériences relatives à l'artillerie, et par les expériences de M. le docteur Magnus, déjà citées.

11. Je crois inutile de poursuivre l'étude du mouvement du projectile au-delà du troisième instant, puisque ce que j'ai dit étant indépendant de l'inclinaison de l'axe du projectile, servira pour toutes les inclinaisons possibles, ou ce qui est le même aura encore lieu dans tous les instants successifs; de manière qu'on pourra se former une idée assez nette du mouvement du projectile dans le cas qui nous occupe.

Je passerai maintenant à l'examen du deuxième cas indiqué au § 6; je supposerai, par conséquent, que la rotation continuant à avoir lieu de gauche à droite, le centre de résistance soit en arrière de celui de gravité, et j'observe que :

Pendant le premier instant du mouvement, rien ne sera changé au cas précédent, et tout se passera comme il a été expliqué au § 7.

Dans le deuxième instant, le mouvement de rotation produit par la résistance de l'air, ayant lieu en sens opposé du cas précédent, c'est-à-dire tendant à abaisser la pointe du projectile, on reconnaîtra très-facilement en répétant une construction analogue à celle indiquée au § 8, que l'axe du projectile décrit un cône et se porte à la gauche du plan de tir, ce qui donne puis lieu à une dérivation à gauche, et cela malgré que la rotation ait lieu encore dans le même sens du cas que nous venons d'étudier. Il est à observer, que dans le cas qui nous occupe, la résistance de l'air tendant à abaisser la pointe du projectile, et la rotation résultante devant avoir lieu de gauche à droite comme les composantes, l'axe du projectile au lieu de décrire un élément de surface conique au-dessus de l'axe comme dans le cas précédent, décrit au contraire un élément de surface conique au-dessous de l'axe.

Dans le troisième instant, non-seulement le centre de gravité sort du plan de tir pour se porter à la gauche, analoguement à ce qui a été dit au § 9, mais l'axe instantané de rotation se tournant de plus en plus vers la gauche de manière à faire un angle toujours plus grand avec le plan vertical de

tir, s'infléchit encore en bas comme au § 10, d'où il résulte que l'axe de figure du projectile devant suivre ce mouvement d'inflexion, s'approchera de la tangente à la trajectoire.

La différence qui existe entre le cas actuel et celui que nous avons déjà étudié indépendamment de la dérivation qui a lieu à gauche pendant qu'avant elle était à droite, consiste encore en ce que dans le premier cas la pointe du projectile tend continuellement à s'élever, quoique réellement cette élévation soit compensée par l'abaissement provenant du mouvement d'inflexion en bas de l'axe instantané de rotation; dans le deuxième cas, au contraire, la pointe du projectile s'abaisse soit à cause du mouvement de rotation que l'air imprime au projectile, soit par l'inflexion en bas de l'axe instantané; d'où il suit que la pointe du projectile doit s'approcher de la tangente à la trajectoire d'une manière beaucoup plus sensible que dans le premier cas. Il pourrait même se faire que l'abaissement soit tel que la pointe du projectile passe au-dessous de la tangente; dans ce cas la résistance de l'air n'agissant plus de bas en haut, mais de haut en bas, changerait le sens de la rotation du projectile et par conséquent aussi celui de la dérivation

qui, à partir de cet instant, aura lieu à droite. Ce phénomène a été observé par le docteur Magnus dans les expériences déjà citées.

12. J'ai traité jusqu'à présent les cas où la rotation du projectile a lieu de gauche à droite, et que le centre de résistance est supposé soit en avant, soit en arrière du centre de gravité ; il me resterait encore à étudier les deux cas où la rotation ayant lieu de droite à gauche le centre de résistance serait supposé soit en avant, soit en arrière de celui de gravité, mais je ne m'arrêterai pas à cette étude puisqu'il est assez facile de prouver d'une manière analogue à ce qu'on vient de faire, que la dérivation sera à gauche quand le centre de la résistance est avant, et à droite lorsqu'il est en arrière du centre de gravité. Je conclus donc que :

1° Il n'y a pas de dérivation toutes les fois que le centre de gravité et celui de résistance coïncident, comme il a été prouvé au § 4; mais dans cette hypothèse l'axe se maintenant toujours parallèle à sa position initiale, la résistance de l'air augmentera de plus en plus. On peut cependant éviter en partie cet inconvénient en imprimant au projectile une grande vitesse initiale, ce qu'on peut toujours faire parce que le projectile, n'ayant pas besoin

d'un mouvement de rotation rapide, on peut augmenter le pas des rayures et par suite augmenter la charge et la vitesse initiale.

2° Les projectiles oblongs dérivent à droite dans les deux cas suivants :	(a) Rotation de gauche à droite. — Centre de résistance avant. (b) Rotation de droite à gauche. — Centre de résistance en arrière.
3° Les projectiles oblongs dérivent à gauche dans les deux cas suivants :	(a) Rotation de gauche à droite. — Centre de résistance en arrière. (b) Rotation de droite à gauche. — Centre de résistance avant.

13. Il n'y a que l'expérience qui puisse confirmer les conclusions ci-dessus; et quoiqu'elle se soit déjà prononcée favorablement dans les expériences de cabinet du docteur Magnus, il serait néanmoins à désirer qu'on fît des expériences directes de tir avec des projectiles d'égale forme, mais les uns plus pesants à leur partie antérieure, et les autres, au contraire, à leur partie postérieure, afin de porter ainsi le centre de résistance en arrière ou en avant du centre de gravité. En lançant ces projectiles avec des armes rayées soit de gauche à droite, soit de droite à gauche, on aurait

le moyen de reconnaître la vérité ou l'erronisté des conclusions précédentes.

Je crois inutile de faire observer que dans ces expériences, afin de rendre plus sensible la dérivation, il faudrait déterminer la forme du projectile et la répartition de sa masse, de manière que la distance entre les centres de gravité et de résistance soit assez considérable afin d'augmenter ainsi le bras de levier de la résistance de l'air, ce qui, en rendant plus sensible la rotation qu'elle imprime, fera augmenter la dérivation. On devra aussi donner au projectile un mouvement de rotation assez lent afin que l'influence de la rotation produite par la résistance de l'air soit plus grande et par suite la dérivation plus considérable.

14. Je terminerai mon mémoire par quelques réflexions qui pourront être utiles dans la pratique. J'observe d'abord qu'il est assez probable que le centre de résistance change pendant que le projectile parcourt la trajectoire, parce que l'inclinaison de son axe changeant à chaque instant, la surface sur laquelle l'air résiste change aussi et par suite son point d'application. Il résulte de cela que tous les projectiles oblongs peuvent dériver, et ce n'est que théoriquement parlant qu'on peut dire

comme au § 12, que les projectiles dont les centres de gravité et de résistance coïncident, ne dérivent pas, parce que cette coïncidence ne peut probablement subsister que pour un seul instant.

L'observation précédente nous porte à conclure qu'en général tous les projectiles oblongs dérivent dans le sens déterminé par celui de leur rotation initiale, et par la position respective des centres de gravité et de résistance; la dérivation est, sans doute, un inconvénient très-grave de ces projectiles, mais puisqu'on ne peut l'empêcher il faut du moins chercher à la diminuer. On y parvient en observant que ce phénomène étant produit par la résistance de l'air non appliquée au centre de gravité, il faut diminuer l'effet de celle-ci et en même temps augmenter celui des causes qui agissent en sens opposé, ce qu'on obtient en satisfaisant aux deux conditions suivantes :

1° Rapprocher autant que possible les centres de gravité et de résistance afin de diminuer le moment de celle-ci et la vitesse de rotation qu'elle imprime au projectile.

2° Augmenter le moment de l'inertie du projectile, qui est la seule cause qui s'oppose à l'effet de

la résistance de l'air ou, ce qui revent au même, augmenter la vitesse de rotation initiale.

En effet, le moment de l'inertie du projectile est représenté comme nous enseigne la mécanique par $\omega \int r^2 dm$; or $\int r^2 dm$ dépend du diamètre et de la masse du projectile, qualités déterminées par les conditions de service auxquelles le projectile doit satisfaire, il n'y a donc qu'à augmenter la vitesse angulaire ω lorsqu'on veut augmenter le moment de l'inertie.

Quant à la première condition, il n'est pas toujours possible d'y satisfaire convenablement dans la pratique; c'est alors une raison de plus pour donner à ω la plus grande valeur possible, ce qu'on obtient en diminuant la longueur du pas des rayures, et augmentant la vitesse initiale ou la charge de la bouche à feu. En effet, soit V la vitesse initiale; ω la vitesse angulaire; h le pas de l'hélice, et n le nombre des tours que le projectile fait en une seconde, on aura évidemment $n = \frac{V}{h}$

On a aussi $\omega = 2\pi n = 2\pi \frac{V}{h}$ ce qui prouve que la vitesse angulaire croît proportionnellement à V et en raison inverse du pas h des rayures.

Il résulte de ce qu'on vient de dire, qu'il convient toujours de donner une grande valeur à la vi-

tesse ω ; il ne faut cependant pas oublier qu'il y a en cela une limite qu'on ne peut dépasser sans nuire à la conservation des bouches à feu, et rendre peut-être insuffisante la résistance des ailettes du projectile.

Du reste il n'est pas difficile de prouver que la limite de ω dépend du diamètre et du poids du projectile, et que sa valeur change en raison inverse de ces deux quantités. En effet le moment de l'inertie du projectile, moment qui nous donne la mesure de la tendance du projectile à continuer dans son état de mouvement initial et à résister à l'influence de l'air étant donné par $\omega \int r^2 dm$, croît avec le calibre et le poids du projectile; or la résistance de l'air croît beaucoup moins rapidement, elle est même pour l'unité de masse plus petite pour les gros que pour les petits projectiles, d'où il résulte que pour les gros projectiles $\int r^2 dm$ étant assez considérable pendant que la résistance de l'air a une moindre influence, il n'est pas nécessaire de donner à ω une valeur aussi considérable que pour les petits, quoique cependant il n'y ait aucun mal à la lui donner aussi grande qu'il est possible tout en satisfaisant aux autres conditions.

Concluons donc que, pour diminuer la dérivation

des projectiles oblongs, il convient de leur donner un mouvement de rotation aussi rapide qu'il est possible tout en satisfaisant aux autres conditions du service.

Sceaux, Imprimerie de E. Dépée.



[redacted]

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

SUR

L'ANALYSE DU CHARBON

DESTINÉ A LA FABRICATION DE LA POUDRE

PAR LE COMTE PAUL DE SAINT-ROBERT.

Des trois composants de la poudre, deux, le salpêtre et le soufre, sont employés toujours au même état de pureté presque absolue, de sorte qu'il ne peut exister d'incertitude sur leur proportion relative. Il n'en est pas de même du troisième ingrédient, le charbon. En effet, celui-ci est un composé de carbone, d'hydrogène, d'oxigène, d'azote et de cendres, variable avec le mode de carbonisation et l'espèce du bois. Suivant que la chaleur, dans l'opération de la carbonisation, a été plus ou moins forte, ou a été prolongée plus ou moins longtemps, le charbon obtenu présente une composition différente. En variant la température et la durée de l'opération, on peut, de 100 parties de bois, retirer 40, 35, 30, 25, 20, 15 parties de charbon. Ces charbons à titres différents

n'ont point la même composition élémentaire, et ne peuvent, par conséquent, entrer en même proportion dans la poudre.

Le dosage de la poudre devant être déterminé d'après la nature du charbon, il serait à désirer qu'on possédât un procédé d'analyse des charbons simple et facile; car l'analyse élémentaire qu'emploie la chimie pour les matières organiques est trop longue et d'une exécution trop difficile pour qu'on puisse penser à en faire usage dans les poudreries, où l'on manque des appareils nécessaires et des personnes exercées aux manipulations chimiques. Nous allons suggérer un procédé qui nous a réussi assez bien.

Nous devons, avant tout, faire remarquer que pour déterminer le dosage de la poudre il n'est pas besoin de connaître la composition élémentaire du charbon: mais qu'il suffit de connaître la quantité d'oxigène nécessaire pour brûler le charbon, de manière à convertir en acide carbonique et en eau le carbone et l'hydrogène qu'il contient; car cette quantité d'oxygène étant donnée, on en déduira le nitrate de potasse qui peut la fournir; et d'après le potassium contenu dans ce nitrate, on trouvera le soufre nécessaire pour le transformer en monosulfure (1).

(1) Voyez la note à la fin de cet article.

Si a est le poids en grammes de l'oxygène nécessaire pour brûler un gramme du charbon donné, le poids x du nitrate de potasse qui peut fournir cet oxygène, se déduira de la proportion :

$$(KO.NO^5) : O^6 :: x : a.$$

Le poids du soufre y sera donné par la proportion

$$(KO.NO^5) : S :: x : y.$$

En posant l'équivalent de l'hydrogène égal à l'unité, on a

Oxygène.	$O = 8$,
Azote	$N = 14$,
Soufre.	$S = 16$,
Potassium	$K = 40$,
Nitrate de potasse . .	$KO.NO^5 = 102$.

Cela posé, les deux proportions ci-dessus deviennent;

$$102 : 48 :: x : a,$$
$$102 : 16 :: x : y,$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{102}{48} a = \frac{17}{8} a,$$

$$y = \frac{16}{48} a = \frac{1}{3} a,$$

pour les quantités de nitrate de potasse et de

soufre qui doivent être réunies à l'unité de charbon.

Donc le dosage de la poudre pour un charbon dont un gramme exige *a* grammes d'oxigène pour brûler complétement, sera

Salpêtre	$\frac{17}{8}a$	ou bien	51
Charbon	1		$\frac{24}{a}$
Soufre	$\frac{1}{3}a$		8

On voit par là que la seule donnée nécessaire pour déterminer le dosage de la poudre c'est la quantité *a*, qui représente le poids en grammes de l'oxygène qu'absorbe un gramme de charbon en brûlant.

Pour déterminer la quantité *a*, nous avons imaginé de nous servir du procédé que M. Berthier a proposé pour déterminer la puissance calorifique des combustibles. Tout le monde sait que ce procédé consiste à mélanger le combustible à essayer avec 60 fois environ son poids de litharge (protoxyde de plomb, PbO), et à l'exposer au feu dans un creuset.

Ce qui se passe dans cette opération est facile à comprendre : l'oxygène d'une partie de la litharge se

[redacted]

combine avec le carbone du charbon pour former de l'acide carbonique qui se dégage, et avec l'hydrogène en formant de l'eau, qui se dégage pareillement ; le plomb rendu libre se sépare. D'après le poids p de ce plomb réduit, on en conclut la quantité a d'oxygène que le charbon a absorbé en brûlant.

Comme dans la litharge $Pb = 104$ correspond à $O = 8$, p grammes de plomb réduit correspondront à a grammes d'oxygène absorbé : on a donc

$$104 : 8 :: p : a,$$

d'où

$$a = \frac{8}{104} p = \frac{1}{13} p.$$

Voici maintenant la manière d'opérer. On commence par chasser l'eau du charbon à analyser en le chauffant quelque temps à une température très-peu supérieure à celle de l'eau bouillante. Cela fait, on réduit le charbon en particules aussi fines que possible en le porphyrisant. On prendra un poids donné de cette poudre de charbon qu'on mêlera avec 30 fois environ son poids de litharge en poudre. On introduira le mélange avec soin au fond d'un creuset de terre ; on mettra par-dessus une autre quantité égale de litharge en poudre ; le creuset doit être à moitié rempli tout au plus. On placera

ce creuset sur un *fromage*, petite masse cylindrique d'argile cuite qu'on vend avec le creuset et qui sert à l'élever au-dessus du fond du fourneau. On introduira le tout dans un fourneau déjà échauffé et rempli de charbon bien allumé. On mettra le couvercle sur le creuset et l'on chauffera graduellement. Il y aura ramollissement, bouillonnement et souvent boursouflement. Lorsque la fusion sera complète, on couvrira le creuset de charbon et l'on donnera un coup de feu pendant environ dix minutes, pour que le plomb de la litharge, qui a été rendu libre, puisse se rassembler en une seule masse. On retirera le creuset du feu, on le laissera refroidir à l'air, on le cassera et l'on retirera le culot de plomb que l'on pèsera. Ce culot n'adhère ni au creuset ni à la scorie, et il suffit d'un coup de marteau pour l'enlever. Quelquefois il est livide, feuilleté et peu ductile ; c'est qu'alors il est pénétré d'une petite quantité de litharge qui en augmente sensiblement le poids. Ces signes indiquent que l'expérience a été faite trop rapidement ; il faut la reprendre. En général, il convient de répéter au moins deux fois l'expérience, et l'on ne doit compter sur les résultats que quand ils ne diffèrent que de 1 à 2 dixième de gramme.

Pour ce qui regarde la litharge, on doit remarquer qu'on trouve dans le commerce deux espèces de

litharge, la rouge et la jaune. C'est la première qu'on devra préférer pour les essais; toutefois, on devra, avant de l'employer, la fondre le plus rapidement possible dans un creuset de terre et la faire refroidir promptement hors du contact de l'air, soit dans le creuset en tenant celui-ci bien couvert, soit en la coulant dans une lingotière froide. Si l'opération a été bien faite, il ne se sera produit à la surface que très-peu d'oxyde rouge, dont il conviendra de se débarrasser, le reste sera de la litharge jaune, mais qui ne sera pas souillée par les impuretés que présentent les litharges jaunes du commerce. On la pilera alors, et on la passera à travers un tamis fin. Dans cet état, sa composition chimique sera à très-peu près celle du protoxyde de plomb pur.

Voici maintenant les résultats obtenus avec ce procédé mis en regard de ceux donnés par la méthode ordinaire d'analyse des substances organiques de Liebig.

Les charbons analysés provenaient de quatre espèces de bois :

Chènevotte (*Cannabis sativa.* L.);
Osier blanc (*Salix viminalis.* L.);
Saule blanc (*Salix alba.* L.);
Coudrier (*Corylus avellana.* L.).

La carbonisation de ces bois a été effectuée par deux procédés différents : par la *distillation en cylindres*, et par la *carbonisation en fours*. La distillation a été poussée à deux degrés divers, de manière à donner deux produits, l'un du 30 et l'autre de 25 pour 100.

Oxygène absorbé par un gramme de charbon en brûlant.

NATURE DU BOIS.	MODE DE CARBONISATION.	QUANTITÉ de charbon obtenu de 100 parties de bois.	OXYGÈNE. Méthode proposée. *e*.	OXYGÈNE. Analyse élément. (1)	$\frac{24}{e}$
			grammes	grammes	
Chènevotte ..	Distillation en cylindres.	30	2,25	2,17	10,7
Osier blanc ..			2,28	2,29	10,5
Saule blanc ..			2,08	2,14	11,1
Coudrier			2,26	2,04	10,6
Chènevotte ..	Distillation en cylindres.	25	2,39	2,38	10,0
Osier blanc ..			2,34	2,30	10,4
Saule blanc ..			2,32	2,24	10,3
Coudrier			2,31	2,35	10,3
Osier blanc ..	Carbonisation en fours.	22	2,34	2,38	10,4
Saule blanc ..		24	2,32	2,32	10,3
Coudrier		23	2,27	2,50	10,6

Les chiffres contenus dans la colonne (1) sont déduits du tableau suivant :





Composition élémentaire des charbons (méthode de Liebig).

NATURE DU BOIS.	MODE DE CARBONIS.	RENDEMt. pour 100 de charbon.	100 PARTIES DE CHARBON CONTIENNENT :			
			Carbone	Hydrog.	Oxygène et azote.	Cendres.
Chènevotte...	Distillat. en cylindres.	30	73,7	4,9	19,4	2,0
Osier blanc...			79,2	4,0	14,5	2,3
Saule blanc...			75,4	3,9	18,6	2,1
Coudrier.....			72,0	4,1	20,8	3,1
Chènevotte...	Distillat. en cylindres.	25	85,6	2,5	10,5	1,4
Osier blanc...			81,0	3,4	13,3	2,3
Saule blanc ..			77,9	3,9	15,9	2,3
Coudrier.....			79,4	4,5	13,0	3,1
Osier blanc...	Carbonis. en fours.	22	83,4	3,4	11,1	2,1
Saule blanc...		24	79,2	4,4	14,6	1,8
Coudrier.....		23	83,9	4,3	8,2	3,6

Dans deux analyses faites pour déterminer l'azote séparément de l'oxygène, on a trouvé que 100 de charbon contiennent 0,2 environ d'azote.

Pour déduire du second tableau la colonne (1) du premier, il n'y a qu'à multiplier par $\frac{8}{3}$ la quantité du carbone, et par 8 la quantité de l'hydrogène, à ajouter les deux produits, et à soustraire de la somme

la quantité d'oxygène diminuée, de 0,2. C'est une conséquence des deux formules chimiques suivantes :

Acide carbonique. . . $CO^2 = 22$,
Eau. . . . . $HO = 9$,

où

$$H = 1, \quad C = 6, \quad O = 8.$$

En comparant les résultats obtenus par les deux méthodes, on voit qu'ils sont assez d'accord ; ce qui prouve qu'on peut employer en sûreté la méthode proposée.

Le quotient du nombre 24 divisé par les valeurs de a, trouvées à l'aide du procédé proposé, donne le poids de chaque charbon à associer à 51 de nitre et à 8 de soufre. La dernière colonne du premier tableau donne ce quotient.

Il importe d'observer que le poids du charbon doit être augmenté du poids de l'eau hygrométrique que celui-ci absorbe, dans l'intervalle qui sépare le moment où il sort de l'appareil de carbonisation du moment où il est pesé pour entrer dans la composition. Cette quantité est variable selon l'état hygrométrique de l'atmosphère, et le temps plus ou moins long qu'il reste exposé à l'air.

Dans une expérience faite à cet égard, le charbon



de saule, préparé en fours, abandonné à l'air dans un magasin, à absorbé après

2 jours	1	pour 100 d'eau
4	1,60	—
12	2,95	—
24	3,27	—
29	3,37	—
44	3,54	—
53	3,62	—

Une autre expérience a donné les résultats suivants :

Après 21 jours	4	pour 100
28	5	

En toute rigueur, avant de mélanger les trois ingrédients de la poudre, on devrait chaque fois faire un analyse du charbon, pour en déduire le poids de celui-ci qu'on doit associer aux deux autres éléments; mais cela est tout à fait impraticable en grand. D'ailleurs cela n'aurait pas une grande utilité, car tout artilleur sait que le dosage de la poudre, entre certaines limites, n'a qu'une influence secondaire sur ses effets, qui dépendent bien plutôt de ses qualités physiques. En pratique on peut se contenter d'une valeur moyenne déduite de bonnes analyses préalables.

D'après les analyses ci-dessus mentionnées, la

moyenne des proportions relatives aux charbons distillés à 25 p. 100 est 10,25. Si l'on ajoute à ce chiffre le 2 p. 100 pour l'humidité, on a 10,45 qu'on pourrait prendre pour la dose du charbon noir à 25 p. 100.

Par conséquent, le dosage à adopter pour le charbon noir distillé au titre de 25 p. 100, serait :

Salpêtre.	51	73,4
Charbon	10,45	15,1
Soufre.	8	11,5
	69,45	100,0

NOTE.

DES PRODUITS DE LA COMBUSTION DE LA POUDRE.

MM. Bunsen et Schischkoff ont publié dans les *Annales de Poggendorff* un travail très-remarquable sur la combustion de la poudre (1). Ces habiles chimistes ont trouvé que le résidu de la combustion de la poudre est composé en plus grande partie par du sulfate et du carbonate de potasse et non par du

(1) Ce Mémoire a été traduit par M. A. Terquem et publié par M. J. Corréard sous le titre : *Théorie chimique de la combustion de la poudre*, par R. Bunsen et L. Schischkoff. Paris, 1859.



sulfure de potassium, comme l'indiquent la plupart des traités d'artillerie et de chimie.

Si cela arrivait constamment dans la combustion de toute sorte de poudre, comme les auteurs paraissent l'admettre, le dosage de la poudre devrait être modifié, pour employer utilement tous les éléments de la poudre. Le dosage dépendrait alors du rapport entre le sulfate et le carbonate de potasse.

Mais à cet égard on nous permettra une observation. Le dosage de la poudre employée par MM. Bunsen et Schischkoff est tel, que le résidu ne pouvait être autre que celui qu'ils ont trouvé, de sorte que leur analyse ne prouve nullement que la combustion de la poudre se fasse d'une autre façon qu'on ne l'a supposé jusqu'ici. En effet, d'après les auteurs, la composition de la poudre qu'ils ont employée était la suivante :

Nitrate de potasse		78,99
Charbon	Carbone	7,69
	Hydrogène	0,41
	Oxygène	3,07
Soufre		9,84
		100,00

Voyons ce qui doit arriver dans la décomposition d'une pareille poudre. Les 0,41 hydrogène prendront, pour se convertir en eau, 3,28 oxigène; c'est-à-dire 0,21 oxygène en sus de l'oxygène con-

des[illegible] se seraient pas formés, que la décomposition aurait été plus complète, et qu'on aurait trouvé seulement les produits que nous avons indiqués.

On voit par là que les théories reçues ne sont point en défaut, et que les produits que MM. Bunsen et Schischkoff ont trouvés sont précisément ceux qu'on devait attendre de l'explosion d'une poudre contenant un excès d'oxygène. Si au lieu de prendre une poudre d'une composition presque exceptionnelle, ces habiles chimistes avaient opéré sur une poudre dosée comme le sont à l'ordinaire les poudres de guerre, ils auraient probablement trouvé le résidu de la combustion formé de sulfure de potassium, et non de sulfate et de carbonate de potasse.

P. DE SAINT-ROBERT.

Turin, juin 1860.

[redacted]

CANONS RAYÉS.

RELATION ENTRE LES PAS DES HÉLICES ET LES CALIBRES DES BOUCHES A FEU.

PAR E. TERSSEN,
Major de l'artillerie belge.

§ I. On peut poser en principe, qu'il doit y avoir dans chaque système, entre les pas des hélices et les calibres des bouches à feu, une loi ou relation telle que le pas d'une seule pièce étant connu, on puisse en déduire les pas de toutes les autres.

D'après le général Timmerhans, le rapport de la force vive initiale de rotation à la force vive initiale de translation doit être le même pour tous les projectiles. Cette hypothèse, comme on le verra plus loin, revient à dire que *les pas des hélices doivent être proportionnels aux calibres* (1).

Dans son étude sur les canons rayés, le capitaine Gillion propose une autre loi. Il veut que les vitesses de rotation des projectiles semblables soient en raison

---

(1) *Étude sur les canons rayés* par M. Gillion, p. 11 et 32. Liège.

inverse des calibres ; d'où il conclut que *les pas des hélices doivent être proportionnels aux carrés des calibres.*

Enfin, il résulte des données que nous possédons actuellement sur le système Whitworth, que, dans les canons de ce système, *les pas des hélices sont proportionnels aux racines carrées des calibres.*

Nous nous proposons d'examiner, dans cet article, quelles sont les conséquences de ces trois lois, sous le double rapport de l'inclinaison des hélices et de la force vive de rotation imprimée au projectile. De la première dépend évidemment la marche du mobile dans l'âme, ou l'action réciproque du projectile et de la pièce : de la seconde dépend la marche du mobile dans l'air.

§ II. Soient :

M la masse du projectile ;
I son moment d'inertie par rapport à son axe ;
V la vitesse initiale de translation ;
U la vitesse initiale de rotation à la surface du cylindre ;
u la vitesss angulaire ou la vitesse de rotation des points situés à la distance 1 de l'axe ;
ρ le rapport de la force vive initiale de rotation Iu^2 à la force vive initiale de translation MV^2 ;
D le diamètre du projectile que nous supposerons, pour simplifier, égal au calibre de l'âme ;
R le rayon ou demi-calibre ;
H le pas des hélices ;
φ l'angle d'inclinaison des hélices par rapport aux génératrices de l'âme.



Le moment d'inertie d'un cylindre droit à base circulaire, par rapport à son axe, est

$$I = \frac{1}{2} MR^2 = \frac{1}{8} MD^2.$$

Ce moment peut être considéré, avec une approximation suffisante, comme celui d'un boulet ogivo-cylindrique.

La vitesse de rotation U est à la vitesse de translation V, comme la circonférence du cylindre est au pas des hélices : car, pendant que chaque point de la surface du projectile fait un tour entier, en vertu de la première vitesse, il parcourt la longueur du pas en vertu de la seconde vitesse. On a par conséquent

$$U : V :: \pi D : H,$$

$$(1) \qquad U = \frac{\pi D V}{H}.$$

Pour trouver la vitesse angulaire, on a la proportion

$$u : U :: 1 : R,$$

d'où

$$u = \frac{U}{R} = \frac{2U}{D},$$

$$u = \frac{2\pi V}{H}.$$

Donc, la force vive initiale de rotation est

$$Iu^2 = \frac{1}{8} MD^2 \left(\frac{2\pi V}{H}\right)^2,$$

$$Iu^2 = MV^2 \frac{\pi^2 D^2}{2H^2}.$$

et le rapport des forces vives de rotation et de translation est

$$\rho = \frac{I\omega^2}{MV^2} = \frac{\pi^2 D^2}{2H^2},$$

$$(2) \qquad \rho = 4.935 \frac{D^2}{H^2}.$$

Pour trouver l'inclinaison des hélices, développons, par la pensée, la surface cylindrique de l'âme. Chaque tour d'hélice devenant alors l'hypothénuse d'un triangle rectangle dont πD est la base et H la hauteur, on a

$$(3) \qquad \text{tang}\,\varphi = \frac{\pi D}{H}.$$

§ III. D'après la loi hypothétique, proposée par le général Timmerhans, le rapport des forces vives de rotation et de translation donné par l'équation (2) devant être le même pour tous les calibres, on a

$$4.934 \frac{D^2}{H^2} = \text{constant}.$$

Cette condition ne pouvant être satisfaite que si $\frac{D}{H}$ est constant, on en conclut

$$\frac{D}{H} = \frac{D}{H'}$$

ou bien

$$H : H' :: D : D'.$$

Faisant $\frac{D}{H}$ constant dans l'équation (3), on a pareillement

$$\text{tang}\,\varphi = \text{constante}$$

§ IV. Le capitaine Gillion trouve que la loi précédente n'a pas tout le degré désirable d'exactitude, et il propose la formule suivante :

$$U : U' :: D' : D.$$

Remplaçant U et U' par leurs valeurs données par l'équation (1), et admettant que les vitesses initiales de translation sont égales lorsque les projectiles, les pièces et les charges sont semblables (ce qui est sensiblement vrai), cette formule devient

$$\frac{D}{H}\pi V : \frac{D'}{H'}\pi V :: D' : D,$$

d'où l'on tire

$$H : H' :: D^2 : D'^2.$$

L'équation (2) peut se mettre sous la forme

$$\rho = 1.935 \frac{D^2}{H} \cdot \frac{1}{H},$$

$$\rho' = 1.935 \frac{D'^2}{H'} \frac{1}{H'}.$$

Et comme, d'après M. Gillion, on doit avoir $\frac{D^2}{H} = \frac{D'^2}{H'}$ et $\frac{H'}{H} = \frac{D'^2}{D^2}$ on trouve en divisant ρ par ρ'

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{H'}{H} = \frac{D'^2}{D^2},$$

d'où

$$\rho : \rho' :: D'^2 : D^2.$$

De même, l'équation (3) peut s'écrire

$$\tang \varphi = \frac{\pi}{D} \cdot \frac{D^2}{H},$$

$$\tang \varphi' = \frac{\pi'}{D'} \cdot \frac{D'^2}{H'},$$

d'où

$$\frac{\tang \varphi}{\tang \varphi'} = \frac{D'}{D},$$

$$\tang \varphi : \tang \varphi' :: D' : D,$$

Cette dernière proportion diffère de celle donnée par M. Gillion : mais la différence n'est qu'apparente et provient de ce que l'auteur, au lieu de prendre l'angle d'inclinaison des hélices par rapport aux générations de l'âme, a pris le complément de cet angle.

§ V. Les pas des canons Whitworth, de 3 et 12, sont respectivement de 1m 016 et de 1m 524, et leurs calibres de 0m 0381 et 0m 0825 (1). La relation qui existe entre ces quatre quantités peut être représentée très-approximativement par la formule

$$H = 5.25 \sqrt{D},$$

d'où

$$H : H' :: \sqrt{D} : \sqrt{\ }.$$

(1) Le pas de la carabine Whitworth, essayée en Hollande, en 1859, est de $0^m.500$ et son calibre de $0^m.0145$, ce qui donne $H = 4.66 \sqrt{D}$.

Pour trouver le rapport $\frac{\rho}{\rho'}$ dans le système Whitworth, nous écrirons l'équation (2) de la manière suivante :

$$\rho = 4.935\,\mathrm{D}\,\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}^2},$$

$$\rho' = 4.935\,\mathrm{D}'\,\frac{\mathrm{D}'}{\mathrm{H}'^2},$$

d'où

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{D}'},$$

$$\rho : \rho' :: \mathrm{D} : \mathrm{D}'.$$

Pour avoir le rapport $\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\varphi'}$, nous écrirons l'équation (3)

$$\operatorname{tang}\varphi = \pi\mathrm{H}\,\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{H}^2},$$

$$\operatorname{tang}\varphi' = \pi\mathrm{H}'\,\frac{\mathrm{D}'}{\mathrm{H}'^2},$$

d'où

$$\frac{\operatorname{tang}\varphi}{\operatorname{tang}\varphi'} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{H}'} = \frac{\sqrt{\mathrm{D}}}{\sqrt{\mathrm{D}'}}.$$

§ VI. Dans le calcul de la force vive de rotation, nous avons supposé que les projectiles étaient pleins ou massifs ; mais il est facile de prouver que l'équation (2) s'applique également aux projectiles creux, sauf à modifier le facteur constant.

Soit M la masse d'un cylindre creux, en ne tenant

pas compte du vide intérieur, $M-m$ sa masse réelle, R et r les rayons extérieur et intérieur. Le moment d'inertie, par rapport à l'axe sera

$$I_1 = \frac{1}{2}MR^2 - \frac{1}{2}mr^2.$$

Admettons que ce moment d'inertie soit celui d'un obus cylindrique, et supposons, pour fixer les idées, que l'on ait

$$m = \frac{1}{3}M \quad \text{et} \quad r = \frac{5}{7}R,$$

comme dans les obus sphériques. Le moment d'inertie deviendra

$$I_1 = \frac{1}{2}MR^2 - \frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{25}{49}MR^2,$$

$$I_1 = 0.415\,MR^2 = 0.10375\,MD^2,$$

et la force vive initiale de rotation sera

$$I_1 u^2 = 0.10375\,MD^2\left(\frac{2\pi V}{H}\right)^2,$$

$$I_1 u^2 = 0.415\,MV^2\frac{\pi^2 D^2}{H^2}.$$

Divisant les deux membres de cette équation par la force vive initiale de translation

$$(M-m)\,V^2 \quad \text{ou} \quad \frac{2}{3}MV^2,$$

on a

$$\rho_1 = \frac{I_1 u_1^2}{(M-m)V^2} = 0.6225 \cdot \frac{\pi^2 D^2}{H^2},$$

$$\rho_1 = 6.144 \cdot \frac{D^2}{H^2},$$

valeur qui ne diffère que par la constante de celle de ρ donnée par l'équation (2), pour les projectiles pleins.

Divisant ρ_1 par ρ, on a

$$\frac{\rho}{\rho_1} = \frac{6.144}{4.935} = 1.245.$$

Le rapport des forces vives de rotation et de translation de l'obus dépasse par conséquent de 1/4 celui du boulet de même dimension : ce qui constitue une supériorité marquée en faveur des projectiles creux.

§ VII. En résumant ce qui précède, nous trouvons neuf relations, savoir :

		1re LOI.	2e LOI.	3e LOI.
Pour les pas des hélices	$H : H' ::$	$D : D'$	$D^2 : D'^2$	$\sqrt{D} : \sqrt{D'}$
Pour les inclinaisons des hélices........	$\tang \varphi : \tang \varphi' ::$	$1 : 1$	$D' : D$	$\sqrt{D} : \sqrt{D'}$
Pour les rapports des forces vives.......	$\rho : \rho' ::$	$1 : 1$	$D'^2 : D^2$	$D : D'$

En supposant que, pour le plus petit calibre, les pas soient les mêmes dans les trois cas, on voit que

c'est la 2e loi qui donne les plus petits angles d'inclinaison des hélices, et la 3e loi les angles les plus grands; tandis que la 1re loi donne une inclinaison constante, comprise entre les deux autres. Sous ce rapport donc, la loi de M. Gillion sera la meilleure pour un système de projectile destructif de la bouche à feu.

Par contre, le rapport des forces vives initiales de rotation et de translation décroît très-rapidement dans la 2e loi, car il est *en raison inverse des carrés des calibres ;* de sorte que, pour un calibre double, il est réduit à 1/4, et pour un calibre triple à 1/9. Dans la 3e loi, au contraire, le rapport des forces vives augmente *en raison directe des calibres*; et dans la 1re loi, il est *constant.*

Or la première condition d'un système de canons rayés est, sans contredit, de donner aux projectiles une force vive de rotation *suffisante*, c'est-à-dire *en rapport* avec leur force vive de translation. Nier cela, ce serait nier l'influence de la rotation. Et si les expériences de M. Cavalli, sur deux canons de 30, au pas respectif de 3m77 et 10m36, ont donné des résultats également bons, comme le dit M. Gillion (1), cela prouve seulement que ces expériences, d'ailleurs fort incomplètes, ne sont plus que des modèles à consulter.

---

(1) *Étude sur les canons rayés*, p. 34.

Nous croyons donc devoir écarter la loi proposée par M. Gillion, attendu qu'elle aurait pour conséquence d'affaiblir outre mesure le rapport des forces vives des projectiles de gros calibre.

§ VIII. L'application numérique d'une formule, aux cas extrêmes de la pratique, étant toujours la meilleur pierre de touche, nous avons calculé et réuni, dans le tableau ci-après, les valeurs de H, φ et ρ, pour une série de bouches à feu, depuis le calibre de 6 jusqu'au calibre de 120.

		6	12	24	48	120
Diamètre de l'âme D		0^m0955	0.1199	0.1517	0.1900	0.2540
Pas des hélices.. H	1° Loi	3^m000	3.766	4.766	5.969	7.979
	2° —	3^m000	4.729	7.570	11.874	21.221
	3° —	3^m000	3.361	3.781	4.232	4.893
Inclinaison des hélices φ	1° Loi	5°43′	5°43′	5°43′	5°43′	5°43′
	2° —	5°43′	4°33′	3°36′	2°53′	2°9′
	3° —	5°43′	6°29′	7°11′	8°2′	9°16′
Rapport des forces vives initiales de rotation et de translation.. ρ	1° Loi	0.00500	0.00500	0.00500	0.00500	0.00500
	2° —	0.00500	0.00317	0.00198	0.00126	0.00071
	3° —	0.00500	0.00628	0.00794	0.00995	0.01330

Afin d'avoir des résultats immédiatement comparables, nous avons supposé que le pas du canon de 6 est de 3 m, dans les trois cas : ce qui, bien entendu, ne préjuge rien, quant au pas le plus convenable à donner à cette pièce, pour chaque système de projectiles.

Ce tableau confirme d'abord ce que nous avons dit de la 2e loi, proposée par M. Gillion. L'inclinaison des hélices du canon de 120 n'est que les 2/5 de celle du canon 6 ; mais le rapport des forces vives de rotation et de translation du projectile de 120 n'est que 1/7 de celui du projectile de 6 : ce qui n'est pas admissible.

Quant aux 1re et 3e lois, on voit que, pour le calibre de 120, les rapports des forces vives sont entre eux comme 3 : 8 ; mais que, d'un autre côté, les inclinaisons des hélices sont entre elles comme 5 : 8.

Pour apprécier ce dernier rapport, soient :

T la quantité de travail consommée sur les rayures;

U la vitesse du mobile en un point de l'âme, et

U sin φ sa composante perpendiculaire aux hélices de contact.

La valeur de U augmentant de *zéro* à V, on a, d'après le principe des forces vives,

$$T = \frac{1}{2} M V^2 \sin^2 \varphi.$$

Pour une autre pièce du même calibre, et en supposant les mêmes projectiles et la même vitesse de translation, on a

$$T' = \frac{1}{2} M V^2 \sin^2 \varphi',$$

d'où

$$\frac{T}{T'} = \frac{\sin^2 \varphi}{\sin^2 \varphi'}.$$

Faisant $\varphi = 5° 43'$ et $\varphi' = 9° 16'$, ce rapport devient

$$\frac{\sin^2 \varphi}{\sin^2 \varphi'} = \frac{3}{8} \text{ à peu près.}$$

d'ou

$$T : T' :: 3 : 8.$$

Donc, si la force vive de rotation, imprimée au projectile de 120, est plus grande dans la 3e loi que dans la 1re, dans le rapport de 3 : 8, par contre, la fatigue du système (pièce et projectile) croît sensiblement dans le même rapport.

D'un autre côté, la vitesse initiale de rotation, dans la 3e loi, est plus grande pour les grands calibres que pour les petits ; car, si l'on multiplie et que l'on divise par $\sqrt{D}$ le second membre de l'équation (1), on a

$$U = \frac{\sqrt{D}}{H} \pi V \sqrt{D},$$

$$U' = \frac{\sqrt{D'}}{H} \pi V \sqrt{D'},$$

d'où, à cause de $\frac{\sqrt{D}}{H'} = \frac{\sqrt{D'}}{H''}$,

$$U : U' :: \sqrt{D} : \sqrt{D'}.$$

Dans la 1re loi, au contraire, la vitesse de rotation est la même pour tous les calibres ; et il faut bien convenir que cela est rationnel ; car si une grande vitesse de rotation est bonne pour un projectile, elle est nécessairement bonne pour tous. D'ailleurs, dans un système d'artillerie où les pièces, les projectiles et les charges sont semblables, les vitesses initiales de translation sont égales : il est donc naturel que les vitesses initiales de rotation le soient aussi.

§ 9. D'après ces considérations, nous croyons que la 1re loi est la meilleure ; mais nous n'entendons nullement dire par là que la même pièce doive avoir le même pas dans tous les systèmes. Au contraire, nous admettons, pour chaque système de projectiles, des pas différents, et, dans ce but, nous proposons la formule

$$H = nD,$$

dans laquelle n est un coefficient variable dépendant du système. Ainsi, si l'on prend pour type le canon Whitworth de 12 (qui correspond à peu près au canon français de 4), on a $n = 18.47$. Si l'on prend pour type le canon Armstrong de 32, au pas de 3m 048, on

a $n = 18.93$. Enfin, si l'on considère comme types du système français les canons de 30 et 18 de la marine, au pas respectif de 6 et 5 mètr., on trouve $n = 36.77$: ce qui est à peu près le double des coefficients des deux systèmes anglais.

§ X. *Conclusions :* 1° La loi proposée par le capitaine Gillion, et celle déduite du système Whitworth conduisent à des résulats divergents : l'une réduit outre mesure le rapport des forces vives initiales de rotation et de translation des projectiles de gros calibre ; l'autre exagère ce rapport aux dépens de la bouche à feu.

2° La loi proposée par le général Timmerhans donne des résultats moyens : elle est plus simple, plus rationnelle ; elle satisfait mieux à toutes les conditions et doit être préférée.

3° Nous proposons la formule $H = n D$, dans laquelle n est un coefficient relatif au système.

E. TERSSEN.

Major d'artillerie.

Liège, le 25 avril 1860.

TRAITÉ DES ARMES.

TRAITÉ DES ARMES

Par le Chevalier **J. XYLANDER.** — Traduit par
le Colonel **P. D'HERBELOT.**

SUITE

(Voir les numéros de juillet et août 1860, page 136).

Système actuel.

PIERRIER de 41 c. supprimé par décision du 30 mai 1854.

PILE, ancienne dénomination de toute arme de trait.

PIQUE, arme d'hast, dont le bois avait de 13 à 14 pieds et quelquefois même 18 de longueur, et dont le fer large, plat, pointu et tranchant des deux côtés, avait un pied ; elle servait à l'infanterie.

PISTOLET (pistole), petite arme à feu, § 374.

PISTOLETS de cavalerie :

— Modèle 1763. Canon rond de 8 pouces 6 lignes (230 mill.), calibre de 7 lignes 7 points (17 mill. 5), platine carrée, bassinet et garnitures en fer. Poids, 2 liv. 4 onces.

— Modèle 1777, à coffre. Canon rond de 7 pouces 5 lignes (189 mill.) ; platine à coffre, bassinet et garnitures en laiton, crochet de ceinture en acier.

— Modèle an IX. Canon de 5 pouces 7 lignes (201 mill.), à 5 pans courts; calibre de 7 lig. 7 p.

(17 mill. 1), garnitures en laiton. (Pour toutes les troupes à cheval, hors la gendarmerie.)

— Modèle an XIII. Emboucboir remplacé par une capucine en laiton; sans ressort de baguette.

— Modèle 1816. Canon de 7 pouces 4 lignes 8 points (0^m,2); lumière et platine du mousqueton modèle 1816.

— Modèle 1822. Ne diffère du modèle 1816 que par la lumière et la platine qui sont du modèle 1822.

— Modèle 1822 transformé à percussion. Longueur du canon, 200 mill., calibre, 176 mill. Système de transformation analogue à celui des fusils et mousquetons. Poids, 1 k. 230.

PISTOLETS de marine :

— Modèles an IX, an XIII, 1816, 1822. Ne diffèrent que par un crochet de ceinture du modèle correspondant, à l'usage de la cavalerie.

— Modèle 1837 (à percussion, à culasse à chambre tronc-conique). Canon rond, sans visière ni guidon. Garnitures en cuivre.

— Modèle 1822 transformé à percussion comme le pistolet de cavalerie à silex, modèle 1822.

— Modèle 1849. Canon à 5 pans courts, guidon et son embase, platine modèle 1847.

PISTOLETS de gendarmerie :

Modèles 1763, an IX, 1816 et 1822. Canon de 128 mill., calibre de 15 mill. 2. Toutes les formes semblables à celles des pistolets de cavalerie des modèles correspondants.

— Modèle 1842. (V. la page 492,)

— Modèle 1822 transformé, même nomenclature que le pistolet de cavalerie, modèle 1822 transformé.

PISTOLET des gardes-du-corps :

— Modèle 1777 et 1816. Canon bronzé.

PISTOLET d'officier (1816 1822). Canon tordu, visière, guidon ; baguette en baleine avec tête et bout en cuivre.

Ces deux modèles ne diffèrent que par la platine et la lumière, appartenant aux systèmes 1816 et 1822.

PISTOLET d'officier de cavalerie, percutant :

— Modèle 1833. Canon à rubans, à 8 pans longs ; 48 rayures triangulaires ; culasse à chambre cylindrique, etc.

— Modèle 1822, transformé. Canon tordu, hausse et guidon, dimensions principales du pistolet de cavalerie.

PISTOLET d'officier de gendarmerie, percutant :

— Modèle 1836. Canon à 5 pans courts, à 36

rayures triangulaires; culasse à chambre cylindrique, etc.

PLAQUE de couche (kappe), plaque coudée de fer ou de laiton destinée à préserver la crosse d'un fusil, lorsqu'on la pose à terre, § 360.

PLASTRON (vordertheil), partie antérieure de la cuirasse, § 616.

PLATINE (schloss), mécanisme dont le jeu produit le feu dans les armes à feu.

PLATINE à silex (steine schloss), § 350.

PLATINE percutante (percussion schloss), § 354.

PLATINE ronde, dans laquelle une partie du corps et du chien sont convexes à l'extérieur.

PLATINE carrée, dont le corps et le chien sont plats.

PLATINE à chaînette, platine n'ayant qu'un ressort dont la branche inférieure fonctionne comme celle de l'ancien ressort de gachette, et dont la branche supérieure agit sur la noix par l'intermédiaire d'une chaînette, etc., de manière à produire l'effet de l'ancien grand ressort.

PLATINE en arrière, § 357.

PLOMBÉE, *plommée*, masse de fer creusée et remplie de plomb.

PLUTEUS. (V. Muscule.)

Poignal, *poignard*, épée très-courte et pointue.

Poignée (griffe), partie de la monture d'une épée, d'un sabre, que la main saisit pour combattre, § 204, 229, 242.

Pointe (spisse), extrémité piquante d'une arme d'estoc, §, 200.

Poitrinal, plastron de petite dimension. (V. Pétrinal).

Pommeau d'épée (knopf), espèce de globe dans le haut de la poignée.

Pontet de sous-garde, pièce en fer ou en laiton arrondie, ajustée sous l'écusson, ayant pour objet de préserver la détente de toute pression ou choc accidentel, § 360.

Porte-feu, petite chambre cylindrique pratiquée autrefois au fond de l'âme des canons de siége.

Porte-mèche, double branche à pinces, montée sur une hampe dans laquelle on passait la mèche pour mettre le feu aux pièces d'artillerie. (V. Serpentin.)

Porte-vis (seintenblech), pièce en fer du côté opposé à la platine, recevant la tête des deux grandes vis. (V. Contre-platine, § 360.)

Pot, casque fort, épais, garni d'une visière solide destiné aux sapeurs.

POT-A-FEU, espèce de grenade ou de boîte de fer dont la poudre prend feu par une mèche.

POUDRE (schiesspulver), composition inflammable de soufre, salpêtre et charbon, § 249 et suivants.

POUDRE-COTON, composition fulminante découverte récemment. Elle est produite en trempant du coton dans un mélange d'acides nitrique et sulfurique, § 282.

POUSSIER, *pulvérin* (melhpulver), poudre en poussière. § 254.

PROJECTILES (geschosse, wurfkorper), corps lancés. On comprend sous ce nom les balles, boulets, bombes et obus.

PYROXYLINES, Pyroxyles, produit obtenu en traitant une substance végétale telle que le coton, le papier, l'écorce d'arbre par un acide. § 75, 282.

Q

QUART-DE-CANON, canon du XVIe siècle, ayant 17 calibres de longueur et pesant 2,300 liv. (Calibre de 12.)

QUART-DE-CERCLE gradué qu'on place sur la bouche des mortiers pour leur donner l'inclinaison.

QUARREAU, trait d'arbalète à fer plat, losangé ou carré.

QUILLON (parirstange), c'est, à proprement parler, le prolongement inférieur de la branche principale du sabre en deçà de la poignée, § 229.

R

RABATTU (fer). (V. Émoussé, pour le tournois.

RAPIÈRE, épée longue, étroite et tranchante.

RAYURES, creusées dans l'âme d'une arme à feu et destinées à imprimer au projectile un mouvement de rotation.

REFOULOIR (sesser), hampe terminée par une tête cylindrique pour enfoncer et bourrer la charge d'une bouche à feu, § 487.

RENFORTS de la bouche à feu, 1er renfort (bodenstuck), 2e renfort (zappfenstuck), § 442.

RESSORT (grand) (schlagfeder), destiné à imprimer à la noix et par suite au chien un mouvement de rotation, § 350, 354.

RESSORT de batterie (batterie feder), pressant sur le pied de la batterie et la forçant à opposer une résistance au choc de la pierre, § 350.

RESSORT *de gachette* (stangen feder), maintenant la queue de gachette dans les crans de la noix. Les ressorts de batterie et de gachette sont supprimés dans les modèles de platine aujourd'hui en service.

RESSORTS *de boucle*, destinés à maintenir les boucles. § 360.

RESSORT *de baguette*, qui retient la baguette, § 360.

RÉVOLVER, sorte de pistolet dans lequel un cylindre contenant 5 ou 6 charges, dans des chambres de forme cylindrique, amène successivement chaque chambre dans le prolongement d'un canon rayé ouvert en arrière, ce qui permet de tirer 5 ou 6 coups de suite. Le révolver Lefaucheux est adopté depuis peu par la marine, § 390.

RIBADOQUIN, *ribaldequin*, *ribaudequer*, *ribaudequin*, arbalète de passe, *mangoneau* ; — pièce d'artillerie ancienne de 1 liv. ou 1/2 liv. de balles.

ROCHE A FEU (gesmolzene zeng), artifice incendiaire que l'on met dans le chargement de la bombe, § 547.

RONDACHE, *rondelle* (schilde), bouclier rond, convexe en dehors, concave en dedans, § 28.

ROUET (rad), petite roue d'acier adaptée autrefois à la platine d'une arquebuse, § 54.

Ruban, lame repliée en ruban sur une broche, de manière à former une spirale dont les jonctions sont soudées.

S

Sabot *à boulet* (spiegel), pièce de bois du calibre de la bouche à feu, dans laquelle est creusée une cavité hémisphérique qui reçoit le boulet. On l'y fixe par des bandelettes de ferblanc, § 496.

Sabot pour la balle de la carabine, § 368.

Sabot *de lance*, pièce de fer adaptée au bas de la hampe, § 210.

Sabre (sabel, haudegen, pallasche), arme de taille et d'estoc de formes variées, § 225 et suivants; § 241 et suivants.

Modèles de sabre.

Sabre *de cavalerie*, modèle 1790. Lame droite à deux gouttières, longueur 36 pouces (0^m,975), monture en cuivre, garde à trois branches dont deux en S, poignée en bois recouverte en basane avec filigrane en laiton, fourreau en cuir, chape et bout en laiton, poids 3 liv. 11 onces.

SABRE *de dragon*, modèle 1790. Chape et bélière en fer avec anneau; monture en fer.

SABRE *de carabinier*, modèle 1790. Lame droite et non évidée; d'ailleurs différant peu du sabre de cavalerie.

SABRE *de chasseur à cheval*, modèle 1790. Lame courbe à gouttière; longueur 34 pouces (0^m,920), flèche 11 lignes (0^m,0248).

SABRE *de hussard*, modèle 1790, conservé en l'an IX. Lame courbe de 30 pouces (0^m,812) de longueur, flèche 26 lignes (0^m,0587), garde à une branche, fourreau en bois recouvert en cuir noir, chape et bout en cuivre, dard en fer; poids 3 liv. 10 onces.

SABRE *du 2ᵉ régiment de chasseurs*, modèle 1802, *dragons de Custine, sabre Montmorency*. Lame courbe, longueur 36 pouces (0^m,975), 8 lig. (0^m,018) de flèche, pans creux et gouttières, garde en fer à deux branches plates parallèles, jointe par une troisième, fourreau en cuir noir, bordure, bout et 3 bracelets en laiton; poids 3 livres 4 onces.

SABRE *de Royal-Allemand*, modèle 1786. Lame à la Montmorency, flèche de courbure 12 lignes

($0^m,0271$), fourreau du 2e de chasseurs, garde en cuivre ; poids 4 liv. 11 onces.

SABRE *de gendarmerie à cheval*, modèle 1790. Lame droite non évidée, longueur 32 pouces 6 lig. ($0^m,880$), poignée et fourreau comme au sabre 1790, poids 10 liv. 6 onces.

SABRE *d'artillerie à cheval*, modèle 1792. Lame courbe évidée, 22 pouces ($0^m,596$) de longueur, 10 lig. ($0^m,226$) de flèche, fourreau en cuir, monture en cuivre ; poids 3 liv.

SABRE *d'artillerie à pied* avant 1790. Lame droite, 18 pouces (487 mill.), deux tranchants, pans creux, fourreau en cuir noir, monture sans branche, chape et bout en laiton ; poids 2 livres 10 onces.

SABRE *de grenadier* avant 1790, conservé en l'an IX. Lame courbe non évidée, 22 pouces de longueur ($0^m,596$), 9 lignes ($0^m,226$) de flèche, fourreau en cuir noir, monture à une branche, chape et bout en laiton.

SABRE *d'artillerie de marine*, modèle 1771. Diffère peu du sabre d'artillerie à pied, n'a pas de pans creux.

SABRE *d'abordage* pour la marine, modèle 1782. Lame de 23 pouces ($0^m,623$), légèrement courbée,

monture en cuivre, garde à coquille et à trois branches, fourreau comme au sabre de grenadier.

SABRE *de grosse cavalerie*, modèle an IX. Lame droite et plate à un tranchant, monture en laiton, garde à coquille à 3 branches, fourreau en tôle de fer avec fût en bois.

SABRE *de cavalerie légère*, modèle an IX. Lame courbe et évidée, monture en laiton, garde à deux branches et à quillon, fourreau en tôle de fer avec fût en bois.

SABRE *d'infanterie*, modèle an IX. Lame courbe sans pans creux, 596 mill. de longueur. monture en laiton, fourreau en cuir noir, chape et bout en laiton.

SABRE *de grosse cavalerie*, modèle an XI. Lame droite de 975 mill., 4 pans creux, monture en laiton, garde avec coquille à 3 branches, fourreau en tôle de fer avec fût en bois.

SABRE *de dragon*, modèle an XI. Ne diffère du précédent que par le fourreau en cuir avec garniture en cuivre.

SABRE *de cavalerie légère*, modèle an XI. Lame courbe, évidée, de 88 centimètres de longueur, 51 mill. de flèche, monture en laiton, garde à

deux branches latérales et à quillon, fourreau en tôle de fer avec fût en bois.

Sabre *d'infanterie*, dit briquet, Modèle an xi. Diffère peu du sabre d'infanterie, modèle an ix.

Sabre *de sapeur*, modèle an xi. Lame de 27 pouces (731 mill.), légèrement courbe, évidée, le dos taillé en scie, monture en laiton, sans branche, fourreau en cuir, bout et chape en laiton.

Garde impériale.

Sabre *de grenadier à cheval.* Lame à la Montmorency, modèle 1802. Monture en laiton à trois branches en S avec une grenade, fourreau en cuir noir presque entièrement recouvert de laiton, dard en fer.

Sabre *de chasseur à cheval.* Lame à peu près la même que celle de cavalerie légère, modèle an xi, monture en laiton à une branche, fourreau comme le précédent.

Sabre *de grenadier à pied.* Lame longue de 24 pouces (0^{m},650), flèche de 12 lig. (0^{m},0271), évidée, monture en laiton à une seule branche et à quillon, fourreau en cuir, bout et chape en laiton.

SABRE *de sapeur*. Comme celui de sapeur, modèle an XI.

SABRE *de cavalerie de ligne*, modèle 1816 (carabiniers, cuirassiers, dragons). Lame droite, 4 pans creux sans gouttière, en acier, longueur 36 pouces 11 lignes 3 points, garde à coquille, poignée en bois recouverte en basane, fourreau en tôle d'acier avec 2 bracelets, 2 anneaux et 1 dard ; poids 5 liv. 2 1/2 gros.

SABRE *de cavalerie de ligne*, modèle an XIII. Lame droite, 4 pans creux sans gouttière, fourreau en tôle de fer avec fût en bois.

SABRE *de cavalerie légère* (artillerie à cheval, chasseurs, hussards). Modèle 1816. Lame courbe, sans pans creux ni gouttière, garde à 2 branches latérales, quillon.

— Modèle an XIII. Lame courbe, 2 pans creux, plus large que les autres lames, fourreau en tôle de fer avec fût, remplacé actuellement par un fourreau en tôle d'acier,

SABRE *de cavalerie de ligne*, modèle 1822. Lame courbe à la Montmorency, 2 pans creux, 2 gouttières, dos plat.

SABRE *de cavalerie légère*, modèle 1822. Même

nomenclature que pour le sabre de cavalerie de ligne, modèle 1822.

SABRE *de canonnier monté*, modèle 1829. Lame courbe, 2 pans creux, longueur $0^m,840$, flèche $0^m,059$, garde à une branche et à quillon, fourreau en tôle d'acier.

SABRE *d'infanterie*, modèle 1816 avec fourreau 1854. Lame courbe sans pans creux ni gouttière, monture en laiton d'une seule pièce ; Fourreau corps en cuir comprimé.

SABRE *de troupe à pied*, modèle 1831 avec fourreau modèle 1847. Lame droite à 2 tranchants, 2 pans creux ; monture en laiton d'une seule pièce sans branche, fourreau en cuir comprimé, bout et chape en laiton ; poids 1 kil. 320.

SABRE *de carabinier*, modèle 1854. Lame droite, 4 pans creusés sans gouttière, corps de la poignée en bois recouvert en basane, garde à 4 branches, fourreau à 2 bracelets, 2 anneaux, 1 dard ; lame et fourreau en acier fondu.

SABRE *de dragon*, modèle 1854. Ne diffère du précédent que parce qu'il est plus court de 25 mill.

SABRE *de sous-officier de la garde impériale*, modèle 1854. Même nomenclature qu'au sabre de

cavalerie de ligne modèle 1822, monture ornée de ciselures, fourreau de cuir comprimé.

SABRE *de tambour-major*, modèle 1822. Lame à la Montmorency, 0^m,812 de longueur et 0^m,054 de flèche, fourreau en cuivre doré.

SABRE *d'abordage* pour la marine, modèle 1833. Lame légèrement courbe, large, à grands pans creux, monture et garde en fer, fourreau comme au sabre d'infanterie modèle 1816.

SABRES *d'officiers de cavalerie et d'artillerie*. Ne diffèrent du sabre de cavalerie légère, modèle 1822, que par la dorure et les ornements de la monture.

SABRE *d'officier d'état-major*, modèle 1854. Lame droite, semblable à celle du sabre de carabinier, modèle 1854, avec une longueur et une largeur moindre.

SABRE *d'officier supérieur d'infanterie*, modèles 1855 et 1845. Lame droite à 2 tranchants, 4 pans creux, 2 gouttières ; monture en laiton, fourreau en tôle d'acier.

SABRE *d'adjudant d'infanterie*, modèle 1845. Lame légèrement courbe, 2 pans creux, 2 gouttières, fourreau en cuir comprimé.

SABRE *d'officier d'infanterie*, modèles 1855 et

1845. Le modèle 1845 ne diffère du sabre d'adjudant que par la dorure.

Dans le modèle 1855 le fourreau est en tôle d'acier.

SACHET, enveloppe en serge contenant la charge des pièces de campagne.

SAETTE, *sagette, sajette,* flèche.

SALADE (sturm, pickel hauben), heaume sans crête, assez simple et sans ornement, § 29.

SALADINE, premier nom de la cotte d'armes.

SAMBUQUE, échelle terminée par une petite plate-forme pouvant contenir vingt hommes.

SAQUEBUTE, sorte de javeline crochue.

SARBACANE, *sarbatane,* uyau long de bois ou de fer très-mince dans lequel on lançait des flèches par le souffle.

SARISSE (sarisse), lance longue et lourde, arme très-ancienne, § 10.

SASSOIRE, pièce transversale disposée en arrière de l'essieu de l'avant-train et maintenant le timon.

SAUCISSE, *saucisson,* long boyau de cuir ou de toile plein de poudre qui conduit le feu de la mèche au fourneau de mine.

SCORPION, ancien canon.

— petite baliste, § 17.

SCHRAPNELL, obus contenant des balles qu'il lance en éclatant.

SELLETTE, pièce de l'avant-train placée au-dessus de l'essieu, dans l'ancien matériel, § 465.

SEMELLE *d'affût*, pièce en bois qui supporte la culasse d'une bouche à feu.

SERPE *d'armes*. (V. Hachereau.)

SERPENTEAU, cercle de fer muni de grenades chargées de pointes de fer aiguës.

SERPENTIN, espèce de couleuvrine.

— (luntenschloss), pièce qui, tenant la mèche entre deux pinces, l'amenait autrefois dans le bassinet du mousquet, § 53.

SOUSBANDE, bande de fer sous le tourillon.

SOUSGARDE (abzugbugel), § 360.

SOIE (angel), partie en fer de la lame d'un sabre qui sert à la réunir à la monture, § 229.

SPADE, *spada*, épée des Gaulois, longue, tranchante, épaisse, sans pointe.

SPIROLE, ancienne pièce de canon.

SPONTON (V. Esponton).

STYLE, bras de la catapulte.

Stylet, poignard à lame longue, mince, carrée, ou triangulaire et évidée.

Support (V. Fourchette).

Susbande, pièce de fer mobile qui recouvre les tourillons.

Suwaloff, obusier à bouche évasée comme les espingoles.

T

Taille, coup de tranchant d'une arme.

Taillevas, *tallevas*. (V. Pavois).

Tampon, pièce en bois pour fermer la bouche d'une arme à feu.

Tarcairs, *turcois* ou *carquois*.

Targe, *targue* (*tartsche*), *cetre* ou *peltc*, § 28.

Tassettes. (V. Braconnière).

Tenons (bajonethafte), petite pièce de fer soudée au canon pour maintenir la baïonnette, § 219.

Timbre, partie ronde du casque qui emboîte le sommet de la tête.

Tiroirs, pièces de fer plates traversant le bois et les mentonnets percés fixés au canon, qu'elles assemblent avec le bois.

TOLÉNO, long levier suspendu à une pièce de bois verticale plus élevée que le rempart d'une place attaquée. A un des bouts du levier était un coffre pouvant porter jusqu'à vingt hommes que l'on amenait au-dessus des créneaux.

TOMAHAW, sorte de massue employée par les sauvages.

TORNICLE, longue cotte d'armes pour les tournois.

TOURILLONS (schildzapfen), cylindres par lesquels une bouche à feu repose sur l'affût, § 443.

TOURTEAUX goudronnés, artifices incendiaires, § 611.

TORTUE, réunion de tous les boucliers d'une troupe formant un abri impénétrable.

TOUR roulante ou *beffroy.*

TRABE, *hampe* ou *haute.*

TRÉBUCHET. *trebus*, *trébutcket.* (V. Mangonneau.)

TRÉLINGAGE, gros cordage divisé en plusieurs branches pour faire agir le bélier.

TROMBLON ou *spingole* (trombone, streurohre). § 363.

TRUIE, beffroy ou tour roulante.

TURQUOIS, tarquaire ou carquois.

[redacted]

V

VENT (spielraum), différence entre le diamètre du projectile et le calibre de la bouche à feu, § 298.

VENTAIL, partie de la grille du heaume la plus près du menton.

VERDUN, sorte de flamberge.

VERGE, épée mince et déliée.

VIGNE, galerie en bois pour tirer à couvert.

VIS (stellschraube), tige de fer taraudée à l'extrémité.

VIS de pointage (stellschraube), servant à élever ou abaisser la culasse d'une bouche à feu, pour pointer plus ou moins loin, § 459.

VIROLE ou *bague* (sperring, schiebring), anneau mobile qui sert à fixer la douille de la baïonnette, § 219.

VISIÈRE, partie saillante du casque mobile sur 2 pivots, avec des ouvertures pour les yeux.

VISIÈRE (visir), pièce fixée sur le tonnerre d'une arme à feu portative, et qui, avec le guidon, donne la ligne de mire, § 347.

VOLÉE de canon (munsdstuck langefeld), partie comprise du 2ᵉ renfort à la bouche, § 444.

VOUGE, *vougle, vougue*. (V. Guisarme.)

W

WURST (wurtswagen), caisson en bois, servant de monture aux canonniers, § 504.

X

XYLOÏDINE, préparation fulminante analogue à la pyroxiline, qu'on obtient en trempant les substances végétales dans l'acide nitrique, découverte il y a une quinzaine d'années par M. Braconnot.

Y

YATAGAN, sabre courbe, usité en Orient.

Z

ZAGAIE. (V. Sarisse).

SUITE DU RAPPORT

SUR LA

FABRICATION DE CANONS DE 32 LIVRES POUR LES COTES.

[redacted]

SUITE DU RAPPORT SUR LA FABRICATION DE CANONS DE 32 LIVRES, POUR LES CÔTES, A LA FONDERIE DE WEST-POINT, EN 1851.

(Voir le numéro de mars et avril, page 196.)

Tandis que j'assistais à la coulée, aux essais et à l'inspection du canon à la fonderie de West-Point, je m'occupai à inventer et à construire une machine d'essais, désignée pour être employée à l'arsenal de Pikesville. Dans le but de vérifier son agencement et de l'adapter aux diverses manières d'essayer les métaux qu'on avait en vue, on prit de doubles échantillons des mêmes espèces de fer qu'on avait employées dans les expériences antérieures. On essaya ces échantillons au moyen d'efforts de torsion, de compression ou d'échancrement (*indentation*) ou appliqués transversalement. Quelques échantillons furent soumis à un effort intérieur appliqué à faire éclater des cylindres creux.

Les tableaux suivants présentent les résultats de ces essais :

Force transversale du fer fondu. —

Espèce de fer. Greenwood.	N. de fusion.	Marque des échantill.	Dimensions des barres. Largeur	Épaisseur.	L. E.
Degré n. 1	1re	n. 17	2.093	2.081	9.074
« n. 2		n. 18	2.080	2.068	8.897
« n. 3		n. 21	2.196	2.101	9.698
	2me	1 B 2	2.028	2.047	8.489
		2 B 2	1.982	2.037	8.224
		3 B 2	1.984	2.110	8.913
		15 B 2	1.988	2.037	8.349
Degré n. 1		Moyenne.	. . . .	. . . .	8.244
	3me	16 B 3	1.983	2.002	7.933
		402 B	2.064	2.033	8 546
		Moyenne	. . . .	. . . .	8.250
Degré n. 1	4me	434 B	1.991	2.013	8,309
10 parties de n. 1 et 4 « de n. 3 . .	2me et 3me	412 B	1.998	1.960	7.755
8 parties de n. 1 et 6 « de n. 3. . .	2me et 3me	415 B	1.948	2.003	7.850
	2me	6 B 3	1.982	1.990	7.848
		8 B 2	1.981	2.012	8.018
Egales part. n. 1 et 2 mêlés		Moyenne	. . . .	. . . .	7.933
	3me	416 B	1.971	1.991	7.816
	2me	9 B 2	1.985	2.049	8.381
		10 B 2	2.004	1.974	7.812
3 parties de n. 1 . . .		11 B 2	2.003	1.979	7 892
4 parties de n. 2 . . .		12 B 2	1.981	2.016	8.066
3 parties de n. 3 . . .		13 B 2	2.019	1.995	8.091
		Moyenne	. . . .	. . . .	8,028
	3me	417 B	2 001	1.963	7.710
		420 B	1.973	1.990	7.820
		427 B	1.968	1.993	7.821
		428 B	2.020	1.943	7.623
		Moyenne	. . . .	. . . .	7.744

Fonderie de West-Point, 1851.

Flexions temporaire et permanente sous la pression de 5000 Livres. Flexion tempora.	5000 Livres. Flexion perman.	10,000 Livres. Flexion tempora.	10,000 Livres. Flexion perman.	1500 Livres. Flexion tempora.	1500 Livres. Flexion perman.	Poids de rupture Livres.	Force transver. F. Livres 1 L. E. 2 Val. de F
.033	.002	«	«	«	«	9600	5290
.028	.003	.073	.007	.130	.027	15500	8725
.008	.000	.033	.000	.080	.003	15500	7888
«	«	.092	.000	«	«	10500	6185
«	«	«	«	«	«	9500	5776
.033	.003	.110	.015	«	«	10300	6457
.032	.002	«	«	«	«	9800	5940
.033	.002	.101	.007	«	«	«	6084
.034	.001	.091	.009	«	«	12500	7857
.038	.019	.122	.024	«	«	11600	6787
.046	.010	.106	.016	«	«	«	7322
.037	.003	.077	.008	.127	.018	13700	9488
.031	.000	.086	.008	«	«	15500	9996
.041	.010	0.81	.012	«	«	14900	9315
.030	.000	.140	.000	«	«	12000	7646
.030	.000	.102	.015	«	«	11600	7234
.050	.000	.121	.007	«	«	«	7440
0.40	.000	.083	.012	«	«	14400	9212
.023	.000	.070	.000	«	«	14500	8682
.025	.000	.075	.003	«	«	13700	8768
.045	.000	.082	.015	«	«	12900	8173
.015	.000	.063	.000	.123	.003	15700	9732
.015	.000	.061	.000	«	«	13800	8703
.027	.000	.071	.004	«	«	«	8792
.030	.0003	.100	.007	«	«	15900	9014
.039	.004	.077	.009	.149	.023	15200	9719
.043	.004	.088	.013	«		15000	9590
.042	.003	.083	.008	«		13300	8722
.038	.003	.067	,009	«	«		9011

Récapitulation des moyennes précédentes.

Degré du fer.	N° de fusion	L. E	Flex. temp. et perman. sous la pression. de 5000 Livre, Flexion, temporaire	permanent	de 10000 Li. Flexion, temporaire	permanent	de 15000 Liv Flexion, temporaire	permanent	Force transversale valeur de F.
N° 1. . .	1°	9074	033	002	«	«	«	«	5290
	2	8244	035	002	101	007	«	«	6084
	3	8250	046	010	106	016	«	«	7532
	4	8309	037	003	077	008	127	018	9448
N° 1 et 3. .	2 et 3	7791	036	005	084	010	«	«	9788
N. 1 et 2. .	2	7933	030	000	121	015	«	«	7440
	3	7816	040	000	085	012	«	«	9212
N° 1, 2 et 3.	2	8028	027	000	071	004	125	005	8792
	3	7741	038	003	087	009	149	023	9011

De ces résultats il ressort que la force transversale du fer est considérablement améliorée par le refondage. Dans les essais du fer n° 1, la force est à peu près doublée dans le passage de la 1re à la 4e fusion. Dans le fer composé des nos 1, 2 et 3, les essais ne comprennent que des 2e et 3e fusions; dans ces essais, la force augmentée par le refondage est également constante, quoique à un moindre degré.

Les divers degrés de fer ne montrent aucune différence marquée dans les flexions temporaire et permanente sous les mêmes pressions. Mais à cet égard on est moins sûr des résultats que pour la force transversale, parcequ'on n'a pas réduit les chiffres à des dimensions uniformes des barreaux. Ceux-ci, lorsqu'on les coule avec du fer doux, de degrés inférieurs, se contractent moins dans le refroidissement, et ont dès lors une section plus large que des barreaux coulés avec du fer de degré supérieur, qui se contracte plus au refroidissement.

Les différences, à cet égard, sont présentées par les chiffres de la colonne intitulée. L. E*.

Pendant les expériences, tous les barreaux étaient appuyés aux deux bouts, et la charge appliquée au milieu ; la distance entre les deux supports était d'environ 20 pouces.

FORCE DE RÉSISTANCE A LA

Fer Greenwood — Désignation du degré et du mélange	de la fusion	Marque des barres.	diamètre des barres.	Angles de torsion … — 1000 livres. Flex. temp.	Flex. perm.	Re-dres.	1500 livres Flex. temp.	Flex. perm.
Nº 1 Fer	2°	1 B 2	1.915	1.9	0 0	1.9	4.0	0.7
		2 B 2	1.903	2 4	0.3	2.1	7.0	3.0
		5 B 2	1.921	1.6	0.0	1.6	5.5	1.8
		13 B 2	1 922	2.7	0.5	2.2	7.2	3 5
		Moyenne	1.916	2.2	0 2	2.0	5.9	2.2
	3	16 B 3	1.873	1.7	0.0	1.7	3.0	0.3
10 parties n. 1. . . . . ; 4 id. n. 3. . . . . ; 8 id. n. 1. . . . . ; 6 id. n. 3.	2 et 3	412 B	1.921	1.5	0 0	1.5	2.4	0.1
		413 B	1.906	1.5	0.0	1.5	2.3	0.1
Parties égales de n. 1 et 2 mêlés.	2	6 B 2	1.913	1 8	0.0	1.8	3.6	0.7
		8 B 2	1,911	2	0.2	1.8	4.1	1.2
		Moyenne	1,927	1.9	0.1	1.8	3 8	0.9
	3	416 B	1 893	1.2	0.0	1.2	2.4	0 0
3 parties nº 1, 3 « n. 2, 2 « n. 3 } mêlés	2	9 B 2	1 910	1 3	0.1	1.4	2.9	0.2
		10 B 2	1 916	1.3	0.0	1.3	2.5	0.0
		11 B 2	1.921	1 1	0 0	1.4	2.4	0.1
		12 B 2	1.882	1.3	0 0	1.3	2.4	0.1
		Moyenne	1.908	1.4	0.0	1.4	2.5	0.1
	3	417 B	1.905	1.7	0.1	1 6	2 7	0.4
		420 B	1.879	1.7	0 1	1.6	2.3	0.3
		427 B	1.869	1.1	0.0	1.4	2 4	0.0
		428 B	1.980	1.4	0.1	1.3	2.5	0.2
		Moyenne	1.908	1.6	0.1	1.5	2.5	0.2

…U. — FONDERIE DE WEST-POINT, 1851.

…s pouces.		Poids de rupture	Force torsionnelle, ou valeur de F. p. r. F.— c.3.			Ruptures.		Observations.
Re-dres.	angle maxi-mum.		maxim.	à la flex permanente 1/2.	Pro-por-tion.	Diamèt. long.	angles à partir de la base transver-sale.	
	13.7	1920	6853	4081	730	1.462	32.3	
	7.8	1550	5503	4310	774	1.912	37.7	
	18.3	1840	6489	4585	706	1.614	32.3	
	12.0	1610	5775	3861	687	1.639	33.5	
	12.9	1737	6176	4412	724	1.064	33 9	
	16.0	2340	8799	6447	733	2.000	38.0	
4.8	12.3	2870	10153	6722	662	2.084	38.5	
4.7	8.7	2590	9331	6500	693	1.967	39.5	
		2320	8283	5000	603	1.725	37.7	
	21.7	2170	7410	4446	600	1.853	36 8	
		2245	7847	4723	601	1.790	37.2	
4.4	16.7	2810	10167	7000	669	2.055	41.0	
	17.0	2600	9529	6458	693	2.042	39.7	
4.7	16.0	2820	10023	6931	691	1 983	33 0	
4.8	11.0	2700	9477	6845	722	2 027	44.0	
4.8	12.2	2670	10013	6957	693	2.179	43.7	
4.7	14.0	2697	9711	6793	700	2.058	40 1	
	7.0	2490	9053	6892	763	2 190	45.0	
4.6	7 0	2150	9610	7537	784	2.209	44.2	
	6.8	2120	9234	7812	814	2.140	41.5	
3.5	7.3	2600	8362	6280	751	2.071	40 0	
4.0	6.9	2515	9066	7130	786	2.152	42.7	

RÉCAPITULATION DES MOYENNES PRÉCÉDE

Espèce de fer fondu essayé.	N° de la fusion.	Diamèt. des barres.	Angles de flex. permanente sous la pression de				
			10000 l.	15000 l.	20000 l.	23000 l.	Angle maxim. de flex.
N° 1 Fer. . .	2°	1.916	0.2	2.2			12° 9
	3.	1.375	0.0	0.3	3.8		16. 0
N° 1 et 3 mêlés	2. et 3.	1.913	0.0	0.1	0.7	2.4	10. 5
N° 1 et 2 mêlés.	2	1.927	0.1	9.9			21. 7
	3	1.893	0.0	0 0	0.8	4.9	16. 7
N. 1 2 et 3 mêlés	2	1.908	0 0	0 1	1.0	3.9	14. 0
	3	1.908	0.2	0.2	0.5	2.5	6. 9

FORCE TORSIONNELLE DU FER FAÇONNÉ ET DU

Barres essayées.	Marq. des B.	Diamèt. des barres.	Angle de flexion permanente sous la [illegible]									
			500 livre.	600 livre.	700 livre.	800 livres	900 livres	1000 livres	1100 livres	1200 livres	1300 livres	[illegible]
Fer façonné . .	1	1.891							0 30	1.31	[illegible]	[illegible]
	2	1.908						0 10	0.78	3.58	[illegible]	[illegible]
	3	1.912					0.7	1.20	6.70	12.10	18.61	[illegible]
Bronzé		1.893		1.3	2.7	5.8	6.0	27.3	34.0	43.0	[illegible]	[illegible]

...RCE TORSIONNELLE DU FER FONDU.

Poids de rupture.	Force torsionnelle ou valeur de F.			Ruptures.	
	Maximum.	A la flexion permanente de 1/2.	Proportion	Diamèt. long.	Angles à partir de la base transv.
1737	6176	4442	.724	1.664	33.9
2520	8799	6447	.733	2.000	38.0
2730	9732	6611	.678	2.025	39.0
2245	7847	4723	.601	1.790	37.2
2840	10467	7000	.669	2.063	41.0
2697	9711	6793	.700	2.058	40.1
2515	9063	7130	.786	2.152	42.7

...est-Point et Boston.

...le ...num ...ion.	Poids maximum appliqué.	Force torsionnelle ou valeur de F.			Observati...
		Au poids maximum.	A la flexion permanente de 1/2.	Proportion.	
[illegible]	1500	5546	4289	.773	
[illegible]	1500	5399	3779	.700	
...7	1500	5450	3197	.587	
...0	1500	5511	3021	.367	

Les diamètres des barres essayées dans ces expériences de torsion, sont présentés dans les tableaux. La distance entre les clefs qui maintiennent les bouts des barres pendant la pression, est de 15 pouces. La longueur de la partie de la barre soumise à la torsion, et où la flexion a lieu, est égale à environ 8 diamètres; et comme l'angle de torsion d'une barre varie selon la longueur de la barre sous une pression égale, les résultats, si on les ramène à une unité de longueur égale à un diamètre, ne seront que la 8eme partie des angles donnés dans le tableau.

On a noté la flexion des barres à chaque addition de 100 livres à la pression; à chaque supplément de 500 livres, on laisssait la barre reprendre sa forme première et on s'assurait de la flexion permanente. La force produisant une flexion permanente de 1/2 degré, a été obtenue, par approximation, au moyen des pressions voisines de ce point. La valeur de F ainsi déterminée pour la flexion permanente 1/2°, est insérée au tableau, et son rapport avec la valeur *maxima* de F déterminée par le poids de rupture, est présentée dans une colonne supplémentaire. De ceci, il résulte que l'effort qui donne à une barre une flexion perma-

nente de 1/2e est d'environ 7/10e de l'effort qui la brise. Cette proportion est constante pour toutes les barres essayées, bien qu'elles varient en force dans la proportion de 2 à 1.

La fracture de ces barres a une forme qui est particulière aux efforts de torsion. Elle présente une hélice régulière, reliée à ses extrémités par de petites courbes à une ligne droite qui coïncide presque avec un élément du cylindre. La longueur de la fracture et de l'angle de l'hélice, varient, sous certains rapports avec la qualité du fer ; les barres les plus fortes donnant les fractures les plus longues. Les tableaux comprennent avec les 18 barres de diverses espèces de fer fondu, 3 de fer façonné et 1 de bronze. Les résultats obtenus montrent que le fer façonné, est égal au fer fondu, pour résister à la torsion, sous des efforts qui ne produisent pas la flexion permanente. Mais cette flexion permanente commence sous un moindre effort dans le fer façonné que dans le fer fondu et de même elle cède beaucoup plus tôt ultérieurement. La plus forte barre de fer façonné qui ait été essayée prit une flexion permanente, sous un moindre effort que les barres de fer fondu, du plus bas degré. Les valeurs moyennes de F qui donnent une flexion permanente de 1/2e dans le fer façonné, sont d'environ 6/10 des

valeurs moyennes de F donnant une flexion égal
au fer fondu.

Quelques expériences ont été faites plus tard pou
déterminer la force de torsion relative de barres d
diverses formes ; on en donne les résultats dans
tableau suivant :



FORCE DE RÉSISTANCE A LA TORSION, DE BARRES DE FER FONDU

Surfaces de section.		1 pouce carré.			
Forme des barres à l'éch. de 1/5.		■	●	◉	◎
Diamètre ou côté des carrés.	Extérieur	1.000	1.135	1.300	1.4115
	Intérieur	1.005		.650	.8350
Longueur de la part ramenée à sa forme.		3.000	3.000	3.250	3.6000
Surfaces mesurées de section		1.003	1.0148	.99347	1.01194
	Livres.				
Poids appliqué à 25 pouces de l'axe des barres; les angles de torsion produits par chaque poids sont exprimés en décimales	100	0.80	0.15	0.20	0.30
	200	1.60	0.55	0.50	0.75
	300	3.95	2.00	1.05	1.10
	400	«	6.00	2.40	1.60
	500	«	«	3.25	2.90
	600	«	«	«	5.50
	700	«	«	«	«
	800	«	«	«	«
	900	«	«	«	«
	1000	«	«	«	«
	1100	«	«	«	«
	1200	«	«	«	«
	1300	«	«	«	«
	1400	«	«	«	«
	1500	«	«	«	«
	1600	«	«	«	«
	1700	«	«	«	«
	1800	«	«	«	«
	1900	«	«	«	«
	2000	«	«	«	«
	2100	«	«	«	«
	2200	«	«	«	«
	2300	«	«	«	«
	2400	«	«	«	«
	2500	«	«	«	«
	2600	«	«	«	«
	2700	«	«	«	«
	2800	«	«	«	«
	2900	«	«	«	«
	3000	«	«	«	«
	3100	«	«	«	«
	3200	«	«	«	«
	3300	«	«	«	«
	3400	«	«	«	«
	3500	«	«	«	«
	3600	«	«	«	«
	3700	«	«	«	«
Dernier angle		6.60	8.00	6.00	6.30
Poids de rupture en livres		3.50	4.30	5.90	6.25

DE DIFFÉRENTES FORMES ET DIMENSIONS. — FONDERIE DE FORT-PITT, 1846.

2 pouces carrés				3 pouces carrés			
1.415	1.595	1.811	2.211	1.750	1.935	2.261	3.250
1.415		906	1.344	1.748		1.280	2.605
3.530	3.600	4.600	5.600	6.500	4.800	5.750	8.000
1.9994	1.9981	1.93122	1.9671	3.059	3.0012	2.7283	2.9661
1·10	1.20	0.70	0.40	0.70	0.53	0.50	0.23
1.40	1.40	0.83	0.50	0.90	0.75	0.53	0.33
1.95	1.70	1.00	0.60	1.20	0.80	0.60	0.40
2.40	2.30	1.30	0.70	1.30	0.90	0.70	0.44
3.25	2.90	1.60	0.75	1.50	1.00	0.77	0.48
»	3.53	1.80	0.92	1.80	1.10	0.85	0.56
»	4.50	2.53	1.00	2.10	1.35	0.90	0.60
»	6.	3.30	1.25	2.45	1.60	1.00	0.60
»	7.80	4.45	1.40	2.75	1.75	1.10	0.60
»	»	5.85	1.65	3.17	1.95	1.22	0.60
»	»	»	1.95	3.73	2.20	1.36	0.63
»	»	»	2.38	4.50	2.45	1.60	0.70
»	»	»	2.80	5.03	3.95	1.70	0.76
»	»	»	3.30	6.00	3.45	1.95	0.90
»	»	»	4.05	7.03	4.00	2.15	0.93
»	»	»	»	8.40	4.75	2.35	0.96
»	»	»	»	9.85	5.60	2.82	0.97
	»	»	»	»	6.53	3.12	1.00
	»	»	»	»	»	3.60	1.00
	»	»	»	»	»	4.20	1.10
	»	»	»	»	»	»	1.11
	»	»	»	»	»	»	1.23
	»	»	»	»	»	»	1.30
	»	»	»	»	»	»	1.37
	»	»	»	»	»	»	1.43
	»	»	»	»	»	»	1.50
	»	»	»	»	»	»	1.60
	»	»	»	»	»	»	1.70
	»	»	»	»	»	»	1.80
	»	»	»	»	»	»	1.90
	»	»	»	»	»	»	2.05
	»	»	»	»	»	»	2.15
	»	»	»	»	»	»	2.35
3.50	8,70	7.50	5·00	10.60	7.65	4.50	2.50
920	1340	1490	1980	2160	2280	2480	3800



RÉCAPITULATION

des résultats qui précèdent.

Surfaces approximatives de section perpendiculaire.	Poids de rupture par p. carré de section perpendiculaire.					
	Solides carrés.	Solides cylind.	Diamètres intérieurs en part. extérieures.	Poids de ruptur.	Diamètres intérieures en part. extérieures.	Poids de rupture.
	Livres.	Livres.		Livres.		Livres.
1 Pouce.	8706	10649	5/10	13069	6/10	15441
2 Pouces.	11505	16766	5/10	19989	7/10	25164
3 pouces.	17653	18969	5/10	22480	8/10	33029

De ces résultats il ressort que les barres carrées ont environ un cinquième de force en moins que les cylindres pleins de surface égale; et que les cylindres creux dont les surfaces intérieure et extérieure sont dans le rapport de 1 à 2 ont environ un cinquième plus de force que les cylindres pleins de surfaces égales; et que la force des cylindres creux augmente en raison directe de l'écart dans la proportion du diamètre intérieur à celui de l'extérieur.

Toutes les barres essayées étaient de fer commun de fonderie, d'une force moyenne de torsion de 7725.

Afin d'assurer l'égalité de la matière dans tous les échantillons, on coula quatre barres dans des moules verticaux de sable sec; on versa le fer li-

quide en même temps, de la même cuillère de métal, dans les quatre moules qui étaient eux-mêmes renfermés dans le même chassis.

Chaque barre était assez longue pour fournir trois échantillons de la même forme; savoir :

Tous les solides carrés d'un échantillon,

Tous les solides cylindriques d'un autre;

Les cylindres creux avec des diamètres dans la proportion de 1 à 2, de la troisième barre;

Et le reste de la quatrième.

RÉSISTANCE DU FER FONDU A LA FORCE DE

Fer Greenwood. Désignation du degré.	N° de la fusi.	Marque des échantil.	Dimensions en pouces des échantillons: longueur	Diamèt.	Pro. L/D	10000 livres: dépression	redressement	dép. perman	15000 livres: dépression	redressement	dép perman	20000 livres: dépression	redressement	dép permau
N° 1	2.	1. B. 2,	1.507	.603	2.49							.022	.009	.01
		2. B. 2	1.540	.600	2.57									
		3. B. 2.	1.503	.603	2.49							.031	.010	.92
		15.B. 2.	1 503	.606	2.48	.003	.003	000	.008	.003	.005	.046	.009	.057
		Moyenne	1.513	603	2 51	.003	.003	.000	.008	.003	.005	.033	.009	.024
	3.	16 B 3	1.509	.903	2.50	.003	.003	.000	.008	.005	.003	.012	.008	.004
		402 B	1.507	.603	2.50	.006	.003	.001	.008	.006	.002	.017	.012	.003
		Moyenne	1.508	.603	2.50	.004	.004	.000	.008	.006	.002	.014	.010	.004
10 parties n. 1 et 4 id. n. 3	2. et 3.	412 B	1.250	.505	2.48	.005	.004	.001	.013	.010	.003	.022	.009	.013
8 parties n. 1 et 6 id. n. 3..	2. et 3.	413 B	1.246	.501	2 49	.008	.008	.000	.009	.005	.004	.025	.008	.017
Part. égales des n. 1 et 2 mêlés.	2.	6 B 2	1.508	.601					.006	.004	.002	.017	.009	.008
		8 B 2	1.506	.604	2.50	.005	.008	.001	.011	.008	.005	.026	.012	.014
		Moyenne	1.506	.603	2.49	.005	.001	.001	.008	.006	.002	.021	.010	.011
	3.	416 B	1.314	.503	2.46	.005	.003	.000	.012	.008	.004	.031	.012	.019
Marque {3 part. n. 1, 2 — n. 2, 2 — n. 3}	2.	9 B 2	1.497	.604	2.48	.004	.003	.004	.008	.008	.002	.023	.008	.013
		10 B 2	1.513	603	2.51	.004	.004	.000	.005	,005	.000	.014	.006	.008
		11 B 2	1.337	.597	2.57	.003	.001	.002	.014	.010	.004	.018	.009	.009
		12 B 2	1·497	.604	2.48	.002	.002	.000	004	.001	.000	.011	.008	.005
		13 B 2	1.502	.603	2.49	004	.004	·000	.009	.006	.003	.012	.007	.003
		Moyenne	1.509	.602	2,51	.003	.002	.001	.008	.006	.002	.016	.008	008
	3.	417 B	1.246	.500	2.49	.010	010	.000	·015	.009	.006	.028	.022	.016
		420 B	1.250	.507	2 47	.008	.008	.000	·010	.006	.004	·013	.009	.006
		427 B	1.246	.505	2.47	.003	.005	.000	·010	.008	.002	.022	.012	.010
		428 B	1.260	.503	2.50	.001	.001	.000	.006	.004	.002	.023	.005	.018
			250	.503	2.48	.006	.006	.000	.010	.007	.005	.022	.010	.00

COMPRESSION. — FONDERIE DE WEST-POINT 1851.

la forme sous les pressions diverses de												Poids de rupture.	Résistance par pouce carré. F. = p./arca.	Angle de rupture à partir de l'extrémité
25000 livres			30000 livres			35000 livres			40000 livres					
dépression	redressemt	redr permat.	dépression	redressemt	redr perman	répression	redressemt	redr perman	dépression	redressemt	redr perman			
.068	.011	.037	.187	.012	.175							30000	104357	58. 6
												23900	84529	60. 5
.074	.008	.066	.181	.012	.169							32700	114504	52. 7
.095	.018	.077										27600	95692	46. 0
.079	.012	.067	.184	.012	.172							28750	99770	52. 0
.043	.020	.023	.058	.007	.051	.133	.023	.110	.180	.056	.124	40100	140415	Déprimé et écrasé.
.032	.023	.009	.066	.022	.044	.125	.029	.096				39600	138666	57. 7
.037	.0 1	.016	.062	.014	.048	.129	.126	.303	.180	.056	.124	39850	139340	57. 7
.034	.021	.033	.100	.014	.086							33600	167752	53. 5
.057	.017	.040	.103	.011	.092							33400	169127	54. 0
.036	.007	.029	.076	.014	.062	.146	.041	.135				40100	140415	52. 8
.044	.011	.033	.085	.012	.073	.192	.006	.186				38200	133321	52. 7
.040	.009	.031	.080	.013	.067	.169	.008	.161				39150	136668	52. 7
.048	.009	039	.116	.017	.099							33700	168251	53. 0
.034	.009	.025	046	.010	.036	.096	.020	.076	.185	.015	.168	42109	146933	58. 8
.037	.014	.023	.060	.010	.050	.099	.016	.083	.141	.021	.120	45800	160517	62. 5
.027	.010	.017	.037	.010	.027	.074	.017	.037	.127	.016	t111	44200	157900	Ecrasé aux angles.
.020	.006	.014	.036	.012	.024	.061	.014	.047	.102	.019	.083	41300	144141	Déprimé et écrasé.
.026	.010	.016	.049	.010	.039	.083	.023	.060	.113	.018	.093	46700	165523	57. 5
.029	.010	.019	.045	.010	.036	.083	.018	.063	.133	.018	.115	44025	154576	50. 6
.042	.012	.033	.098	.0'0	.084							30800	156863	57. 5
.039	.017	0.22	.081	.011	.063							34600	171383	57. 0
.035	.012	.023	.063	.018	.052							33200	168758	52. 6
.047	.044	.033	.070	.010	.055							34600	174420	58. 8
.041	.014	.027	.078	.015	.063							33[illegible]	[illegible]	[illegible]

RÉSISTANCE DU FER FONDU A LA FORCE DE

Fer Greenwood. Désignation du degré.	N° de la fusi.	Marque des échantil.	Dimensions en pouces des échantillons: longueur	Diamèt.	Pro. L/D	Résistance ou modification dan… 10000 livres: dépression	redressement	dép. perman	15000 livres: dépression	redressent	dép. perman	20000 livres: dépression	redressent	dép. perman
N° 1	2.	1. B. 2.	1.507	.603	2.49							.022	.009	.01
		2· B. 2	1.540	.600	2.57									
		5. B. 2.	1.503	.603	2.49							.031	.010	.021
		15.B. 2.	1.503	.606	2.48	.003	.003	000	.008	.003	.005	.046	.009	.057
		Moyenne	1.513	603	2 51	.003	.003	.000	.008	003	.005	.033	.009	.024
	3.	16 B 3	1.509	.903	2.50	.003	.003	.000	.008	.005	.003	.012	.008	.004
		402 B	1.507	.603	2.50	.006	.005	.001	.008	.006	.002	.017	.012	.005
		Moyenne	1.508	.603	2.50	.004	.004	.000	.008	.006	.002	.014	.010	.004
10 parties n. 1 et 4 id. n. 3	2. et 3.	412 B	1.250	.505	2.48	.005	.004	.001	.013	.010	.003	.022	.009	.013
8 parties n. 1 et 6 id. n. 3..	2. et 3.	413 B	1.246	.501	2 49	.008	.008	.000	.009	.005	.004	.025	.008	.017
Part. égales des n. 1 et 2 mêlés.	2.	6 B 2	1.508	.601					.006	.004	.002	.017	.009	.008
		8 B 2	1.506	.604	2.50	.005	.008	.001	.011	.008	.005	.026	.012	.014
		Moyenne	1.506	.603	2.49	.005	.004	.001	.008	.006	.002	.021	.010	.011
	3.	416 B	1.314	.503	2.46	.005	.005	.000	.012	.008	.004	.031	.012	.019
Marque 3 part. n. 1, 2 — n. 2, 2 — n. 3	2.	9 B 2	1.497	.604	2.48	.004	.003	.004	.008	.008	.002	.025	.008	.013
		10 B 2	1.513	603	2.51	.004	.004	.000	.005	.005	.000	.014	.006	.008
		11 B 2	1.537	.597	2.57	.003	.001	.002	.014	.010	.004	.018	.009	.009
		12 B 2	1·497	.604	2.48	.002	.002	.000	.004	.004	.000	.011	.008	.003
		13 B 2	1.502	.603	2.49	.004	.004	·000	.009	.006	.003	.012	.007	.005
		Moyenne	1.509	.602	2,51	.003	.002	.001	.008	.006	.002	.016	.008	.008
	3.	417 B	1.246	.500	2.49	.010	.010	.000	·015	.009	.006	.028	.022	.016
		420 B	1.250	.507	2.47	.008	.008	.000	·010	.006	.004	·013	.009	.006
		427 B	1.246	.505	2.47	.003	.005	.000	·010	.008	.002	.022	.012	.010
		428 B	1.260	.503	2.50	.001	.001	.000	.006	.004	.002	.023	.005	.018
		Moyenne	1.250	.503	2.48	.006	.006	.000	.010	.007	.005	.022	.010	.01

COMPRESSION. — FONDERIE DE WEST-POINT 1851.

la forme sous les pressions diverses de												Poids de rupture.	Résistance par pouce carré. F. = p. / arca.	Angle de rupture à partir de l'extrémité
25000 livres			30000 livres			35000 livres			40000 livres					
dé-pression	re-dressemt	redr per-mat.	dé-pression	re-dressemt	redr per-man	ré-pression	re-dressemt	redr per-man	dé-pression	re-dressemt	redr per-man			
.068	.011	.057	.187	.012	.175							50000	104357	58° 5
												23900	84529	50. 5
.074	.008	.066	.181	.012	.169							32700	114504	52. 7
.095	.018	.077										27600	95692	46. 0
.079	.012	.067	.184	.012	.172							28750	99770	52. 0
.043	.020	.023	.058	.007	.051	.133	.023	.110	.180	.056	.124	40100	140413	Déprimé et écrasé.
.032	.023	.009	.066	.022	.044	.123	.029	.096				39600	138666	57. 7
.037	.0 1	.016	.062	.014	.048	.129	.126	.303	.180	.056	.124	39850	139540	57. 7
.034	.021	.033	.100	.014	.086							33600	167752	53. 5
.057	.017	.040	.103	.011	.092							33400	169427	54. 0
.036	.007	.029	.076	.014	.062	.146	.041	.135				40100	140415	52. 8
.044	.011	.033	.085	.012	.073	.192	.006	.186				38200	133521	52. 7
.040	.009	.031	.080	.013	.067	.169	.008	.161				39150	136668	52. 7
.048	.009	.039	.116	.017	.099							33700	168251	53. 0
.034	.009	.025	046	.010	.036	.096	.020	.076	.183	.015	.168	42109	146933	58. 8
.037	.014	.023	.060	.010	.050	.099	.046	.083	.141	.021	.120	45800	160317	62. 5
.027	.010	.017	.037	.010	.027	.074	.017	.037	.127	.016	t111	44200	157900	Ecrasé aux angles.
.020	.006	.014	.036	.012	.024	.061	.014	.047	.102	.019	.083	41300	144141	Déprimé et écrasé.
.026	.010	.016	.049	.010	.039	.083	.023	.060	.113	.018	.095	46700	165523	57. 5
.039	.010	.019	.045	.010	.036	.083	.018	.065	.133	.018	.115	44025	154576	59. 6
.042	.012	.033	.098	.0'0	.084							30800	156863	57. 5
.039	.017	0.22	.081	.014	.063							34600	171383	57. 0
.035	.012	.023	.063	.018	.052							33200	165755	52. 6
.047	.044	.033	.070	.010	.055							34600	174120	58. 8
.044	.014	.027	.078	.015	.063							33350	167030	56. 8

RÉCAPITULATION DES MOYENNES PRÉCÉDENTES DE LA

Espèce de fer fondu.	N° de la fusio	Dimensions des échant.			Dépression.		
		Long.	Diam.	Propor $\frac{L}{D}$	10000 L.	15000 L.	20000 L.
N. fer	2	1,513	603	2.51	000	005	024
	3	1.508	603	2.50	000	002	004
N. 1 et 3 mêlés .	2 3	1.248	503	2.48	000	004	015
N. 1 et 2 mêlés . .	2	1.506	603	2.49	001	002	011
	3	1.244	503	2.46	000	004	019
N. 1, 2 et 3 mêlés.	2	1.509	602	2.51	001	002	008
	3	1.250	504	2,48	000	003	012

RÉSISTANCE DE L'ACIER

Fonderie

Espèce d'acier fondu essayé.	Marque des échantillons.	Dimensions des échantil			Dépression permanente.		
		Longueur.	Diamètre.	Propor $\frac{L}{D}$	10000 Livre	15000 Livre	20000 Livres.
Non trempé.	1	1.021	4.00	2.55	066	019	064
Trempé, basse trempe, ciseaux à bois. . . .	2	.995	.402	2.47	000	000	000
Trempé, moyenne trempe outils à tourner . . .	3	1.016	.403	2.52	000	000	000
Trempé, h. trempe, outils pour tourner l'acier dur.	A	1.005	.405	2.48	000	000	000

Note.— Tous les échantillons d'acier essayés ont été pris dans la même barre. Le n° 1 est resté tel qu'on le fait dans les fabriques d'acier. Les n°s 2, 3

RÉSISTANCE A LA COMPRESSION DANS LE FER FONDU.

permanente sous les diverses pressions de						Poids de rupture.	Force p. pouce carré $F \frac{P}{area}$	Angle de rupture
25000 L	30000 L	35000 L	40000 L	15000 L	50000 L			
067	172	«	«	«	«	28550	99770	52.0
016	048	103	«	«	«	39850	139340	57.7
036	089	«	«	«	«	33500	168589	53.5
051	067	161	«	«	«	39190	136868	52.7
039	090	«	«	«	«	33700	168251	53.0
019	056	«	«	«	«	44025	154576	59.6
027	063	«	«	«	»	33300	167030	56.5

FONDU A LA COMPRESSION.

de West-Point, 1851.

sous les diverses pressions de						Poids de rupture.	Force par p.car. égale à $F \frac{P}{area}$	Observations.
25000 Livre.	30000 Livre.	35000 Livre.	40000 Livre.	45000 Livre.	50000 Livre.			
209	«	«	«	«	«	25000	198944	
000	003	008	023	070	«	45000	384544	
000	002	006	016	028	070	50000	391985	
000	000	004	010	066	«	48000	372598	

et 4 ont tous été trempés; et on a ensuite abaissé la trempe dans différentes proportions.

Les échantillons soumis aux épreuves de compression étaient tous de petits cylindres dont les longueurs correspondaient généralement à deux fois et demi leurs diamètres. Les barres d'une longueur dépassant trois diamètres sont sujettes à fléchir sous la pression avant que la rupture ait lieu. Si la longueur est moindre que deux diamètres, la cassure dans sa forme régulière ne peut pas se développer complétement, et une partie de l'échantillon peut se pulvériser ou se réduire en petits grains.

Les bouts de chaque échantillon étaient parfaitement parallèles et perpendiculaires à l'axe ; de sorte que toutes les parties de l'échantillon étaient également comprimées.

La différence de résistance à la compression entre les plus hauts et les plus bas degrés de fer fondu est comme deux est à un.

Les meilleurs échantillons de fer fondu approchent de l'acier fondu commun non trempé.

Le mode de tremper l'acier fondu a une très-grande influence sur la qualité du métal ; car il peut presque doubler la force de résistance à la compression.



RECHERCHES

SUR

L'ORGANISATION DU CORPS DU GÉNIE EN FRANCE

RECHERCHES

SUR L'ORGANISATION DU GÉNIE

EN FRANCE.

PAR **C. HEYDT**, CAPITAINE DU GÉNIE.

Introduction.

Depuis l'invention de la poudre, l'art d'attaquer les places s'était peu à peu transformé et l'attaque avait pris sur la défense une supériorité de plus en plus marquée. Les anciennes méthodes de fortifier, simples et faciles mais devenues insuffisantes, devaient faire place à de nouveaux systèmes et la nouvelle fortification, exigeant plus de talent dans son tracé et dans son exécution, devint l'objet d'une science nouvelle. On vit alors des officiers se vouer à la construction des forteresses, à la conduite des siéges, aux travaux de défense et devenir, à force d'études et de pratique, très habiles dans ce métier. Ces officiers sortant de l'infanterie étaient détachés mo-

mentanément de leurs corps et prirent ou reçurent le nom d'*ingénieurs*.

A mesure que la nouvelle tactique se développe, les fortifications acquièrent plus d'importance et leur construction entraîne des dépenses plus considérables; aussi l'administration des fortifications devient-elle une branche spéciale des services publics sous le titre de *surintendance des fortifications* (1553).

Sous François 1er, le nombre des ingénieurs se multiplie; ils rivalisent de zèle, de talent et de courage avec les ingénieurs italiens alors en renom qui, attirés ou arrivés volontairement en France, partagent leurs travaux. Dans les siéges, les ingénieurs sont aux ordres des généraux et des gouverneurs; dans les constructions des forteresses, ils correspondent avec le trésorier de France et avec le surintendant des fortifications.

Henri IV voue une attention toute particulière aux travaux des fortifications et il fait contrôler plus sérieusement la capacité des officiers qui sollicitent les emplois d'ingénieurs; il fait établir par Sully (nommé en 1598 surintendant des fortifications) pour le service de la fortification, pour la conduite, la mesure, la réception et la comptabilité des travaux,

des règlements pleins de clarté et de sagesse (1); en 1602, il crée les *directeurs des fortifications*. Alors parurent des ingénieurs (Pagan, Deville, etc.) qui au talent de construire et à l'habileté dans les siéges, joignent le mérite d'écrire des ouvrages pleins de sagacité et dans lesquels ils réduisent en corps de doctrine les méthodes connues de fortifier, d'attaquer et de défendre les places. L'un de ces ingénieurs obtient le titre de *commissaire général des fortifications* (1658), qui lui confère la direction supérieure des siéges dans les armées, l'inspection générale des places frontières et les fonctions de rapporteur de toutes les affaires relatives aux travaux publics. Mazarin crée dans les armées et dans les places les charges *d'intendants des fortifications*, employés uniquement aux travaux sur les frontières (1658).

Sous Louis XIV la gloire des ingénieurs arrive à son apogée. Vauban paraît et s'immortalise par ses immenses travaux et par ses prodigieux succès à la guerre; dans ses écrits sur l'attaque et la défense des places il pose des règles qui de nos jours encore sont les seuls guides dans la guerre des siéges. Les ingénieurs sont séparés d'abord en deux classes; les

(1) Histoire du corps impérial du génie par M. Allent, lieutenant-colonel du génie. — Paris. 1805.

uns militaires, spécialement chargés des siéges et des travaux en campagne dépendent du département de la guerre; les autres civils, chargés des fortifications des côtes et colonies, sont les intendants des fortifications et dépendent du ministère de la marine. Tous ces ingénieurs ont pour chef le commissaire général des fortifications dont Vauban obtint le titre et les fonctions (1657) et sous son impulsion ils s'illustrent dans les travaux de fortifications, à la défense ou à l'attaque des places.

Colbert trace des règles admirables pour l'administration des forteresses (1) il développe et complète les instructions de Sully et détermine d'une manière claire et précise les fonctions des ingénieurs, des intendants et des entrepreneurs. Louvois dans son département règle de son côté l'administration des fortifications et les fonctions des ingénieurs dans les siéges.

Vauban en 1685 rédige des instructions pour établir les rapports de service des directeurs des fortifications, des ingénieurs en chef et des ingénieurs; il donne aux directeurs l'administration des travaux et aux intendants des fortifications les adjudications

(1) Allent, *id.*

et la comptabilité; il a l'idée première du dépôt des fortifications et des plans en relief (1667).

Les troupes régulières remplacent peu à peu sous Louis XIV les milices entretenues par les gouverneurs des provinces. Trois ingénieurs, formés à l'école de Vauban, Mesgrigny, Goulon et Esprit, organisent en 1673, 1679 et 1695, chacun une *compagnie de mineurs*, et s'illustrent dans les guerres de mines. Jusqu'alors les mineurs n'avaient pas été organisés en corps régulier, mais on les entretenait pendant la paix et pendant la guerre on les augmentait en leur donnant un capitaine. En 1688, Vauban obtient enfin, après l'avoir depuis longtemps proposée, la création d'un corps régulier de *sapeurs*.

On réunit en 1691 les ingénieurs des départements de la marine et de la guerre, et le corps des ingénieurs devient entièrement militaire; les intendants des fortifications sont supprimés, et on crée pour l'administration des fortifications un département particulier dont le chef a le titre de *directeur-général des fortifications* (1693).

Après le traité de Riswisk le nombre des ingénieurs, qui s'élevait à près de 600, est réduit presque de moitié, et les malheurs qui accablent la France à la fin du règne de Louis XIV se répercutent dans

l'organisation de ce corps; une foule d'ingénieurs, sans position, sans récompense, sont réduits, pour subsister, à demander du service aux puissances étrangères et y apportent leur instruction, leur expérience et l'intelligence des méthodes de siége apprises à l'école de Vauban. Ce grand ingénieur meurt en 1707, et avec lui disparaît la fonction de commissaire général des fortifications.

Parmi les ingénieurs qui continuèrent les traditions de Vauban se place au premier rang Cormontaigne, aussi profond dans son art que distingué par ses écrits sur la fortification (1).

Louis XV, fonde en 1748 *l'école du génie* de Mézières, destinée à former des officiers spéciaux pour l'art de l'ingénieur. Les mineurs et les sapeurs, longtemps attachés à l'arme de l'artillerie pour l'administration et la comptabilité intérieures, mais toujours sous les ordres des ingénieurs pour les travaux des sapes et des mines dans les siéges, sont tour à tour séparés de l'artillerie, puis réunis, séparés encore et réunis de nouveau à cette arme.

(1) Aperçu historique sur les fortifications, les ingénieurs et sur les corps du génie, par M. Augoyat, colonel du génie, conservateur de la galerie des plans-reliefs. — Paris, 1860.

De 1755 à 1757 les corps de l'artillerie et des ingénieurs sont réunis en un seul et même corps; mais cette expérience de 18 mois ne fut pas heureuse et le résultat prouva une fois de plus la nécessité de donner au corps des ingénieurs une existence tout à fait indépendante.

Déjà au mois de décembre 1776 on avait créé un *conseil des fortifications* pour discuter les intérêts et centraliser le service des ingénieurs. Une ordonnance royale régla en même temps que le corps des ingénieurs, appelé dorénavant *corps royal du génie*, se recruterait à l'avenir exclusivement parmi les officiers sortis de l'école de Mézières; c'était un pas important fait vers l'organisation spéciale du corps. La création de deux bataillons de *pionniers* faite à cette époque, ne parut pas une organisation compatible avec la coexistence des compagnies des mineurs et de sapeurs; aussi ces deux bataillons furent-ils bientôt dissous.

En 1791, le conseil des fortifications prit le titre de *comité des fortifications* et reçut une organisation qui est encore aujourd'hui la base cette institution.

La convention par ses décrets du 4 et 23 octobre 1793, réunit les compagnies de mineurs et de sapeurs

au corps du génie, en conservant le principe d'un avancement séparé pour les officiers des troupes du génie. Aussitôt après, en 1795, le gouvernement réunit également l'école des ingénieurs de Mézières et à celle des mineurs de Verdun pour former *l'école du génie* de Metz qui à son tour est réunie en 1802 à l'école d'artillerie de Châlons, pour former à Metz l'école d'artillerie et du génie; celle-ci prit en 1823 le nom *d'école d'application de l'artillerie et du génie.*

Les compagnies de sapeurs, organisées d'abord en douze bataillons, sont réduites (1798) à quatre bataillons, et les compagnies de mineurs au nombre de six en 1765, sont après leur réunion au génie, organisées en deux bataillons de cinq compagnies chacune (1808). La réunion des mineurs et sapeurs à l'artillerie avait principalement été motivée sur ce que l'artillerie transportait à l'armée, le matériel et le parc de ces compagnies, et fournissait les fonds et les outils.

Pour assurer à l'avenir à ces compagnies une organisation séparée, on créa en 1806 *le train du génie* qui, réuni d'abord en un bataillon (1811) fut plus tard formé de trois compagnies. La création de *l'Arsenal du génie* (2 février 1808) et celle d'une *compagnie d'ouvriers du génie* (11 novembre 1811)

pour y faire le service, affranchit complètement le corps du génie du service de l'artillerie en lui donnant les moyens de construire son matériel et ses approvisionnements. Le 21 mars 1813, on complète le dépôt des fortifications par la création d'une *brigade topographique*; enfin le 12 mai 1814 on décrète la formation de 3 *régiments du génie* avec les compagnies de mineurs et de sapeurs, et on y incorpore les trois compagnies du train qui prennent le nom de *sapeurs conducteurs*.

A la même époque on crée les *écoles régimentaires du génie*; cette organisation achève de donner au corps du génie une constitution propre et indépendante en personnel, en matériel et en moyens d'instruction. Pour les besoins de l'arme en Algérie, on organise l'*arsenal du génie d'Alger* et on crée une *deuxième compagnie d'ouvriers du génie* (10 février 1841) chargée d'y exécuter les travaux. Enfin en 1854 on forme une *division du génie de la garde impériale*.

Telles sont, en traits sommaires, les transformations successives par lesquelles a passé le corps du génie avant d'atteindre sa constitution actuelle.

Composition du corps du génie.

Le personnel du corps du génie, tel qu'il est organisé actuellement, comprend :

1° un cadre d'officiers généraux ; 2° un état-major particulier ; 3° des troupes du génie.

Le cadre des officiers généraux du génie est composé de :

	4	Généraux de division.
	8	Généraux de brigade.
Total :	12.	

Quoique faisant partie de l'État-major général de l'armée (dont le cadre comprend tous les officiers généraux, sans distinction d'origine) les officiers généraux du génie appartiennent cependant à l'État-major particulier de l'arme, par leurs attributions spéciales qui consistent dans l'inspection générale des établissements et des troupes du génie, et dans leurs fonctions auprès du comité spécial de l'arme.

L'État-major particulier a l'effectif suivant :

(Décrets du 3 mai 1855 et du 2 mai 1860.)

	29	Colonels.
	29	Lieutenants-colonels.
	108	Chefs de bataillon.
	350	Capitaines de 1re classe.
	150	Capitaines de 2e cl. ou lieutenants.
Total :	466.	

Nous pouvons y rattacher :

1° Les Élèves sous-lieutenants de l'école d'application de Metz (33 en 1860) ;

2° 9 Professeurs des 3 écoles régimentaires.

3° Les gardes du génie dont le nombre (décret du 3 janvier 1853) est de :

	100	Gardes principaux.
	220	Gardes de 1re classe.
	250	Gardes de 2e classe.
Total :	570 ;	

4° Enfin les 6 ouvriers d'état.

Les troupes du génie se composent de :

1 Division de la garde impériale formée de 2 compagnies.

3 Régiments.

2 Compagnies d'ouvriers.

L'effectif de la division du génie de la garde impériale est, sur le pied de paix comme sur le pied de guerre (décrets du 1er mai 1852 et du 24 décembre 1859) de :

OFFICIERS.

Etat-major.	Chef de bataillon commandant		1
	Capitaine commandant de l'école régimentaire		1
	Capitaine de 2e cl. ou lieutenant faisant fonction de trésorier et d'off. d'habillement.		1
2 Gardes du génie attachés à l'école régimentaire.			
Compagnies (deux)	Capitaine de 2e classe	1 —	2
	Lieutenant en premier	1 —	2
	Lieutenant en deuxième	1 —	2
	Total		9

TROUPE.

Petit-état major. — Adjudant sous-officier				1
Section Hors rang	Sergent-major, moniteur général			1
	Sergents.	1er Secrétaire ou trésorier		1
		garde-magasin d'habillement		1
		chargé du détail de l'école		1
	Fourrier			1
	Caporaux	secrétaire du chef de bataillon commandant		1
		chef ouvrier tailleur		1
		chef ouvrier cordonnier		1
	Soldats.	2e secrétaire du trésorier		1
		ouvriers tailleurs		6
		ouvriers cordonniers		4
Compag. (deux).	Sergent-major		1 —	2
	Sergent		8 —	16
	Fourrier		1 —	2
	Caporaux		12 —	24
	Brigad. de sapeurs conduct.		1 —	2
	Maîtres-ouvriers		6 —	12
	Sapeurs de première classe		60 —	120
	Sapeurs de deuxième classe		60 —	120
	Tambours		2 —	4
	Total de la troupe.			322
	Enfants de troupe		2 —	4

Chaque compagnie a une prolonge chargée d'outils et attelée de 4 chevaux, en outre un assortiment d'outils d'art porté sur 2 chevaux de bât et enfin un cheval de selle pour le brigadier. Ainsi, en récapitulant, la division du génie de la garde a un effectif de : 9 officiers, 322 hommes et 14 chevaux, non compris les chevaux d'officiers. Cette division a pour garnison permanente la ville de Versailles.

Chaque régiment est formé de 2 bataillons, d'une compagnie de sapeurs-conducteurs et d'une compagnie hors-rang (ord. du 8 sept. 1841).

Chaque bataillon, sur le pied de paix, comprend 8 compagnies dont 1 de mineurs et 7 de sapeurs; sur le pied de guerre, il a en sus une compagnie de sapeurs et deux compagnies de dépôt. (Ord. du 8 sept. 1841). L'état major d'un régiment se compose en officiers de :

1 Colonel.
1 Lieutenant-colonel.
2 Chefs de bataillon.
1 Major.
2 Adjudants-majors.
1 Trésorier.
1 Adjoint au trésorier.
1 Officier d'habillement.

1 Officier porte-drapeau.
1 Médecin-major.
2 Médecins aides-majors.
1 Vétérinaire.
1 Chef de musique.

Total : 16.

Le petit état-major comprend :

2 Adjudants sous-officiers.
1 Tambour-major.
1 Tambour-maître.
1 Sous-chef de musique.
25 Musiciens.
1 Sergent-major vaguemestre.

Total : 31.

Chaque compagnie de régiment et d'ouvriers comporte :

Les compagnies de sapeurs et de mineurs des régiments, ainsi que les compagnies d'ouvriers du génie ont toutes le même effectif. Sur le pied de guerre, l'assortiment des outils transporté à la suite des compagnies de mineurs avec la prolonge et les deux chevaux de bât, diffère un peu de celui des compagnies de sapeurs, pour être plus conforme à la nature du travail dont elles peuvent être chargées.

Voici l'effectif de ces compagnies.

	SUR PIED de paix.	SUR PIED de guerre.
Capitaine en premier	1	1
Capitaine en second	1	1
Lieutenant en premier	1	1
Lieutenant en second	1	1
Total des officiers	4	4
Sergent-major	1	1
Sergents	6	8
Fourrier	1	1
Caporaux	8	12
Artificiers ou maîtres-ouvriers	4	6
Mineurs ou sapeurs de 1re classe	40	60
— — de 2e classe	40	60
Tambours	2	2
Total des sous-officiers et soldats	102	150
Enfants de troupe	2	2

Le cadre d'une *compagnie de dépôt* comprend : (ordonnance du 13 décembre 1829).

Capitaine en premier.	1	
Capitaine en second.	1	
Lieutenant en premier.	1	
Lieutenant en second.	1	
Total.	4	

Unn ombre variable d'hommes.

Sergent-major.	1	
Sergents.	4	
Fourrier.	1	
Caporal.	4	
Tambour.	2	
Un nombre variable d'hommes.		

L'effectif d'une compagnie de *sapeurs-conducteurs* (ordonnance du 8 septembre 1841, modifiée par les décisions ministérielles du 29 novembre 1850 et 21 juin 1854) se compose de deux parties, dont l'une est laissée en permanence en Algérie, et l'autre au régiment :

	Au dépôt.	Algérie.
Capitaine en premier	1	«
Capitaine en second	«	1
Lieutenant en premier	1	1
Lieutenant en deuxième	«	1
Total pour les officiers. .	2	3
Maréchal des logis chef	1	1
— — fourrier.	1	1
— Brigadier fourrier	«	1
Maréchaux-des-logis	5	8
Brigadiers	7	13
Sapeurs conducteurs, maréchaux-ferrants et bourreliers	125	144
Trompettes	2	2
Total pour la troupe . .	141	170

Total : 5 officiers, 311 hommes et 235 chevaux.



Effectif de la *compagnie hors-rang* :

Capitaine (d'habillement.)	1
Lieutenant (porte-drapeau).	1
Total pour les officiers. .	2
Sergent-major	1
Sergents.	7
Fourrier.	1
Caporaux.	8
Soldats	50
Total pour les officiers et soldats. .	67
Enfants de troupe. .	2

L'Annuaire militaire de 1860 donne l'effectif suivant pour les officiers de l'arme du génie :

32 Colonels
32 Lieutenants-colonels
117 Chefs de bataillon
209 Capitaines de 1re classe
169 Capitaines de 2e classe
70 Lieutenants en 1er
38 Lieutenants en 2e
17 Sous-lieutenants faisant fonctions de lieutenant en 2e.

Total : 684

En récapitulant nous trouvons donc pour la composition totale du corps du génie en officiers et soldats :

	Officiers	Hommes
Pied de paix :	684.	5,840.
Pied de guerre :	770.	11,190.

Ainsi : 11,960 officiers et soldats sur pied de guerre. En évaluant l'infanterie de la garde et de la ligne sur pied de guerre à 398,000 hommes, nous trouvons que le rapport de l'arme du génie à l'infanterie en France est à peu près 1/33e.

Pour compléter ce qui est relatif aux troupes du génie, il nous reste à parler de la création toute récente (décret du 4 avril 1860) de *quatre compagnies indigènes d'ouvriers du génie* pour les colonies de la Martinique, de la Guadeloupe, de l'île de la Réunion et du Sénégal.

Ces compagnies dépendent, il est vrai, du ministère de la marine, mais les cadres étant pris, en grande partie, dans les troupes du génie de la métropole, il est naturel de dire ici quelques mots de leur organisation. Chaque compagnie est composée de :

Capitaine en 1er ou en 2e.	1	
Lieutenant	1	
Sous-lieutenant	1	
Total en officiers	3	

Sergent-major.	1
Sergents.	8
Sergent-fourrier.	1
Caporaux.	12
Maîtres ouvriers.	12
Soldats de première classe.	30
Soldats de deuxième classe.	36
Apprentis	54
Tambours.	2
Total pour les sous-officiers et soldats :	156
Enfants de troupe.	2

Le recrutement de ces compagnies se fait par engagements volontaires parmi les indigènes reconnus aptes au service. Il pourra être admis, au titre métropolitain, dans chaque compagnie indigène, un certain nombre de maîtres ouvriers choisis dans les troupes du génie.

Les emplois d'officier, de sergent-major, de sergent-fourrier, la moitié des emplois de sergent et de caporal seront conférés au titre métropolitain ; le reste est réservé pour les indigènes. L'avancement aux grades de capitaine, de lieutenant et de sous-lieutenant roule sur toutes les compagnies indigènes d'ouvriers considérées comme ne formant qu'un seul corps. La totalité des emplois de capitaine est donnée au choix ; les emplois de lieutenant sont donnés moitié

à l'ancienneté, moitié au choix. Le tiers des emplois de sous-lieutenant appartient aux sous-officiers servant au titre métropolitain dans ces compagnies, les deux autres tiers pourront être donnés à des gardes du génie des colonies ou de la métropole ou à des sous-officiers appartenant aux troupes du génie. L'avancement au grade de sous-officier et de caporal a lieu par compagnie ; les caporaux appelés à faire partie du cadre métropolitain sont choisis, soit parmi les maîtres-ouvriers servant à ce titre dans les compagnies indigènes, soit dans les troupes du génie, et de préférence dans les compagnies d'ouvriers.

Sauf les règles ci-dessus, ces compagnies indigènes d'ouvriers du génie sont pour l'avancement, les récompenses, la justice militaire et la retraite, soumises aux lois et règlements en vigueur dans les troupes de la marine.

Service des officiers de l'État-major particulier et des troupes du génie en temps de paix.

A. *État-major particulier du génie.*

Les officiers de l'État major particulier du génie sont chargés, en temps de paix : de la construction

et de l'entretien des fortifications des places fortes, forts, citadelles, postes de guerre, batteries de côte; de la construction et de l'entretien des casernes, hôpitaux, pénitenciers militaires, magasins à poudre, corps-de-garde, écuries, manèges, pavillons d'officiers, manutentions et magasins de subsistances, magasins d'effets militaires, et des locaux affectés aux tribunaux militaires. Ne sont point compris dans les attributions des officiers du génie tous les bâtiments du service de l'artillerie autres que les casernes et les hangars de manœuvre.

Pour l'organisation du service du génie dans les places, on a partagé la France en circonscriptions territoriales appelées *directions*, qui comprennent chacune un certain nombre de places fortes, de forts, de citadelles ou de casernements. Ces directions sont elles-mêmes subdivisées en *chefferies* militaires dont chacune est le centre d'un groupe de places ou postes. Chaque direction a son siége dans la localité généralement la plus importante de sa circonscription et qui est ordinairement le siége de la division militaire.

Le nombre total des directions du génie vient d'être porté (décret du 2 mai 1860) à 27, y compris les trois directions de l'Algérie. A la tête de chacune

des directions se trouve un *colonel-directeur des fortifications*; il a sous ses ordres un certain nombre (autant qu'il y a de chefferies *de chefs du génie*, du rang d'officier supérieur ou de capitaine; enfin au chef du génie sont adjoints des officiers et gardes du génie dont le nombre est déterminé en raison des besoins du service.

Les 27 directions sont :

Paris,
Le Havre.
Arras
St-Omer.
Lille
Mezières.
Langres.
Metz.
Strasbourg.
Besançon.
Lyon.
Grenoble.
Toulon.
Marseille.
Montpellier.
Perpignan.
Toulouse.

Bayonne.
La Rochelle.
Nantes.
Brest.
Cherbourg.
Bourges.
Ajaccio
Alger.
Oran.
Constantine.

Les directeurs des fortifications centralisent tout ce qui concerne le service du génie (1) dans l'étendue de leur circonscription respective; ils font exécuter tous les ordres venant du ministre et du général commandant la division sous le commandement duquel ils sont placés, pour ce qui concerne le personnel et le service militaire. Ils ont l'inspection permanente de tous les travaux qui s'exécutent aux fortifications et aux bâtiments militaires dans les chefferies de leur ressort. Les directeurs visitent chaque année

(1) La base du service du génie dans les places est le règlement du 7 juillet 1835 et celui du 22 mars 1842, modifiés par de nombreuses décisions ministérielles.

les places de leurs directions pour arrêter et indiquer sur les lieux mêmes la série des projets à présenter pour l'exercice suivant. Ils répartissent entre les chefferies, suivant les besoins de chaque place, les fonds mis par le ministre à leur disposition, pour les réparations et l'entretien des bâtiments militaires ; ils donnent des notes sur la manière de servir de chacun des officiers, gardes et employés de leur direction.

Les chefs du génie sont chargés de veiller au bon entretien des fortifications et des bâtiments militaires ; de tenir le casernement des troupes sur le meilleur pied dans l'intérêt du bien être des hommes; de surveiller, dans l'intérêt de la conservation du domaine militaire et de la défense du pays, les travaux publics qui s'exécutent dans l'étendue des zônes frontières et des zônes de servitude.

Sous l'autorité des directeurs et aidés par les officiers et par les gardes placés sous leurs ordres, les chefs du génie rédigent les projets annuels qui comprennent : un mémoire sur l'état de la place, l'état estimatif des travaux proposés, les dessins nécessaires à la parfaite intelligence des projets. Le mémoire a pour objet de faire connaître annuellement l'état des fortifications et des bâtiments mili-

taires, et les travaux dont on propose l'exécution; on y rend compte sommairement des travaux qui ont été exécutés pendant l'exercice courant et l'on mentionne les fonds accordés et la dépense faite. On comprend également dans le mémoire, les bâtiments et terrains pris à loyer au compte de l'État. Les directeurs examinent les projets des chefs du génie, les apostillent et les adressent avant la fin de l'année au comité qui les transmet avec son avis au ministre.

Indépendamment du mémoire annuel, chaque chef du génie rédige et envoie dans le courant de la première année qui suit son entrée en fonctions, un mémoire militaire sur le rôle que la place, dont il est chargé, est appelée à jouer en temps de guerre. Ce mémoire doit contenir la description des fortifications considérées sous le rapport défensif ; on y passe successivement en revue tous les établissements qui peuvent être utiles à la défense, et l'on y rend un compte détaillé des ressources et des besoins de la place.

Les directeurs rédigent également et adressent au ministre dans le courant des deux premières années de leur résidence dans une direction : 1° un mémoire militaire pour chacune des places de cette di-

rection ; ce mémoire est en tout semblable à celui qui est demandé aux chefs du génie ; 2° un mémoire général qui embrasse l'ensemble de ces places et les moyens de défense des parties du territoire qu'elles protègent.

Les travaux du génie se font *par entreprise* ou *par gérance* ; ils sont exécutés dans chaque place d'après les ordres des chefs du génie, sous la direction, la surveillance et la responsabilité de cet officier qui se fait aider par les officiers qui sont sous ses ses ordres. Les gardes que le chef du génie met pour l'exécution des travaux sous les ordres particuliers des officiers chargés des articles d'ouvrages, exercent, sous la direction de ces officiers, une surveillance de détail qui porte spécialement sur la bonne confection des travaux et sur l'emploi des journées des ouvriers qui travaillent par économie ; les gardes du génie sont également chargés de la tenue de la comptabilité et de la garde du matériel dans les magasins dont ils deviennent responsables.

Voyons maintenant comment se fait la comptabilité (1) des travaux et la vérification de cette

(1) Ordonnance royale portant réglement sur la comptabilité publique du 31 mai 1838 et réglement du 1er décembre 1839.

comptabilité. Disons de suite que l'intendance n'a aucun contrôle sur cette comptabilité et qu'elle n'intervient que pour opposer le visa sur les marchés passés et sur les comptes.

Comptabilité du service du génie.

Dans tous les établissements du génie, on a admis le système de la *comptabilité-finances* et de la *comptabilité-matières* (1). Pour la comptabilité finances, voici comment on procède : les gardes du génie inscrivent dans des *livrets-nominatifs* les journées d'ouvriers employées pour les travaux de l'État faits à la journée. Les officiers chargés de la direction des constructions inscrivent dans des *carnets*, cotés et paraphés par le chef du génie, les mètrés des travaux en y ajoutant le relevé des journées d'ouvriers inscrites dans les livrets-nominatifs. Les inscriptions des carnets sont reportées avec division par articles et sections, dans un *registre de comptabilité*, paraphé par le directeur et tenu par un garde du génie. Voilà pour les écritures. Quant aux comptes à rendre, on reproduit dans un *règlement général et définitif* les inscrip-

(1) Loi du 6 juin 1843. — Règlement du 25 janvier 1845.

tions faites au registre de comptabilité, mais en réunissant, sans indication de détails, toutes les quantités auxquelles une application des prix a été faite séparément sur ce registre; ce règlement général et définitif est l'état exact des travaux exécutés et des dépenses faites pour chaque article et pour chaque section.

La comptabilité-matières comprend les valeurs permanentes et mobilières, telles que ustensiles, ameublement, guérites, etc. et les valeurs de transformation, bois, fer, etc, toutes ces matières font partie du *magasin*. Le garde du génie, qui est chargé du magasin tient un *livre-journal* dans lequel il inscrit, jour par jour, les mouvements d'entrée, de consommation, de transformation et de sortie qui sont à sa charge ou sa décharge. Il reporte dans un *grand-livre* et au compte spécial par nature d'unité, toutes les inscriptions faites au livre-journal.

Dans cette comptabilité, les comptes se résument en relevés trimestriels des opérations à charge et à décharge, et en un *compte de gestion annuel*, indiquant *la situation du magasin au* 31 *décembre*.

Les directeurs des fortifications sont *ordonnateurs secondaires*, c'est-à-dire que le ministre de la guerre leur délègue une portion de son crédit législatif

(appelé *crédit ministériel*) pour couvrir les dépenses relatives aux travaux et au matériel des établissements du génie.

Dans ce but, le ministère adresse des extraits des ordonnances de délégation aux directeurs qui envoient aux payeurs des états de répartition des dépenses à faire et aux sous-intendants des extraits de ces états. Quand donc il s'agit de payer l'entrepreneur des travaux, le directeur ordonnance par un *mandat de paiement* en y ajoutant les pièces justificatives, et muni de ce mandat, la partie prenante se présente chez le payeur pour toucher la somme indiquée. Ainsi le service du génie est libéré envers l'entrepreneur par l'ordonnancement régulier du directeur, et l'État est libéré par la remise des fonds chez le payeur.

Lorsque les travaux d'une place ne peuvent pas être exécutés par entreprise générale, on a recours au mode de *gérance*. Dans ce cas, le ministre, sur la proposition du directeur, nomme un gérant qui a pour mission de procurer les ouvriers et les matériaux nécessaires, de recevoir les fonds accordés par le ministre et de payer les dépenses. Le chef du génie est responsable du bon emploi des fonds et des

matières dans le cas de la gérance comme pour l'entreprise, car il est le chef administratif.

Nous avons vu que la comptabilité-finances a pour écritures et comptes : les livrets nominatifs, les carnets, le registre de comptabilité et le règlement général et définitif; la comptabilité-matières comprend : le livre journal, le grand-livre, les relevés trimestriels et les comptes de gestion annuels. Il est inutile de faire remarquer que le carnet et le registre de comptabilité ne sont autre chose que le livre-journal et le grand-livre.

Cette comptabilité est soumise à quatre contrôles successifs : 1° *le contrôle local*; *le contrôle central*; 3° *le contrôle extérieur*; 4° *le contrôle législatif*.

Le contrôle local est exercé par le directeur et par l'officier général désigné par le ministre pour l'inspection générale de la direction. Celui-ci est chargé d'examiner les travaux, de vérifier la comptabilité, d'apposer son visa sur les différentes pièces de cette comptabilité.

Le contrôle central a lieu dans les bureaux du ministère de la guerre; nous y reviendrons en parlant de la direction centrale du génie.

La comptabilité vérifiée dans les bureaux du ministère et approuvée par le ministre, est envoyée

avec toutes les pièces à l'appui à la cour des comptes où s'opère le contrôle extérieur.

Enfin la cour des comptes soumet à la sanction du corps législatif l'arrêt de conformité qu'elle a prononcé sur cette comptabilité.

Service du casernement.

Une partie très importante du service du génie dans les places, c'est l'entretien de tout ce qui concerne le logement des troupes dans les bâtiments militaires, c'est-à-dire le *casernement.*

Une commission composée du commandant de la place, du chef du génie et du sous-intendant militaire, arrête un état, dit *assiette du logement* (1), qui indique pour tous les bâtiments militaires de la place, la destination de chacun, le nombre d'hommes ou de chevaux que chaque local peut loger. Un *état descriptif des lieux* détaillé y est annexé. Le directeur établit d'après l'assiette du logement de chaque place, un état général du logement de sa direction. Ces états, apostillés par l'intendant militaire et par le général de division, sont soumis à l'approbation du ministre.

(1) Règlement sur le logement des troupes du 17 août 1824.

La fourniture de l'ameublement se partage entre le génie militaire qui procure l'ameublement *fixe*, et l'entreprise des lits militaires (1) qui procure l'ameublement *mobile* et la literie.

Les gardes du génie sont spécialement chargés de la conservation, de la remise de ces bâtiments aux corps occupants et de la reprise des locaux après évacuation par les troupes; des procès-verbaux constatant la vérification contradictoire des lieux pour la prise de possession et pour l'évacuation, sont dressés et signés par les corps occupants et par le garde du génie.

La surveillance locale et de tous les instants des bâtiments militaires est confiée à des *concierges*.

Les commandants des places assignent aux troupes les bâtiments à occuper; l'intendance est chargée de répartir les corps occupants dans les locaux, en se conformant à l'assiette de casernement; les officiers du génie partagent avec l'intendance militaire les soins de la police administrative des bâtiments militaires; mais c'est le commandant de la place qui est chargé de la police militaire des bâtiments affec-

(1) Traité pour la fourniture et l'entretien du mobilier de service des lits militaires du 1er avril 1842.

tés au logement des troupes pendant leur occupation.

Servitudes défensives.

Le service du génie dans les places est chargé également de l'application de la *loi des servitudes défensives* (1) aux places de guerre et ports militaires. Les officiers du génie sont donc appelés à faire le bornage des *zônes de servitude* et des *polygones exceptionnels* (parties spécialement exonérées), et d'établir un plan dit de *délimitation*. Le chef du génie, de concert avec l'ingénieur des ponts et chaussées, dresse un procès-verbal de bornage, qui est déposé pendant trois mois à la mairie, pour que les parties intéressées puissent en prendre connaissance et se pourvoir en cas de réclamation contre l'opération du bornage. Après statuation par le conseil de préfecture et le conseil d'Etat sur les réclamations des

(1) Loi du 10 août 1853. Les servitudes défensives autour des places et des postes s'exercent sur les propriétés qui sont comprises dans trois zônes commençant aux fortifications et s'étendant aux distances de 250 m. 487 m. et 974 m. pour les places et 250 m. 487 m. et 584 m. pour les postes.

A Paris il n'y qu'une zône unique de 250 m.

parties intéressées, le plan de délimitation, ses annexes et le procès-verbal de bornage, sont adressés par le directeur des fortifications au ministre de la guerre, qui les fait homologuer et rendre exécutoires par un décret.

Les prescriptions indiquées pour le bornage et l'homologation du plan de délimitation des zônes de servitudes sont applicables au bornage et à l'homologation du *plan spécial de circonscription* du terrain militaire formant *la zône des fortifications.*

Après l'homologation de ce plan, les chefs du génie dressent des états descriptifs et les plans parcellaires des constructions reconnues préexistantes et non soumissionnées; ces plans et états sont signés par le maire et par le chef du génie.

Les gardes du génie, dûment assermentés, sont spécialement chargés dans les places de rechercher les contraventions à la loi des servitudes et de les constater par des procès-verbaux, qu'ils notifient aux contrevenants. La poursuite est faite sous l'autorité du chef de génie et du directeur, auprès du conseil de préfecture dont les arrêtés sont exécutés par les officiers du génie, même au besoin, par l'emploi de la force publique. Si l'arrêté du conseil de préfecture n'est pas conforme aux conclusions du

directeur des fortifications, celui-ci en réfère au ministre de la guerre, et l'affaire est portée devant le conseil d'Etat.

Pour compléter ce qui est relatif au service du génie dans les places, il nous reste à dire ce qui se passe pour les travaux exécutés dans les zônes frontières.

Travaux mixtes.

Dans l'intérêt de la défense du pays, on a réservé à l'examen et à la décision d'une commission, dite *commission des travaux mixtes* (1), tous les travaux civils, militaires ou maritimes dont l'exécution peut influer sur cette défense et qui se trouvent dans la

(1) La commission des travaux mixtes est composée de :
1 Conseiller d'État président.
3 Conseillers d'État.
1 Inspecteur général d'artillerie.
2 Inspecteurs généraux du génie.
2 Inspecteurs généraux des ponts et chaussées.
1 Inspecteur général des travaux maritimes.
1 Officier général de la marine.
1 Secrétaire, archiviste, officier supérieur du génie.
(Décret de réorganisation du 16 août 1853).



zône-frontière. Cette zône forme le long des frontières est et nord-est une surface d'une largeur moyenne de 100 kilom., s'élargissant vers l'angle nord-est que forme la configuration du pays; le long de la frontière espagnole, cette zône n'a moyennement que 60 kilomètres de largeur, et enfin le long des côtes elle forme une bande de terrain de 20 kilomètres, largeur moyenne. Sauf les voies de terre et d'eau spécialement exonérées et les travaux d'entretien et de réparation qui n'apportent pas de modification à l'état antérieur, sont de la compétence de la commission tous les travaux concernant : les routes impériales et départementales, les chemins de fer, chemins vicinaux et forestiers, ponts, cours d'eau, canaux, ports militaires et de commerce, phares, écluses, passages des portes d'eau et des portes de terres, dans la traversée des fortifications des places de guerre et des ports militaires, déssèchement de lacs, marais, défrichement de forêts, concession de moulins et usines, travaux de fortifications ou de bâtiments militaires dont l'exécution apporterait des changements aux routes, aux chemins ou autres ouvrages d'intérêt civil ou maritime.

Les affaires de la compétence de la commission des travaux mixtes comportent deux degrés d'ins-

truction dans les localités. Les chefs du génie et ceux des divers services publics sont, dans leur arrondissement, chargés exclusivement de l'instruction au premier degré; pour cela ils dressent, de concert, un procès-verbal destiné à constater les résultats de leurs conférences; leur chefs immédiatement supérieurs dans la hiérarchie font l'instruction au deuxième degré. A cet effet, ils peuvent également se réunir en conférence ou seulement apostiller les pièces relatives à l'instruction au premier degré. Les officiers du génie sont chargés de la rédaction des projets de détail de tous les travaux qui doivent être faits dans les limites de la zône des fortifications des places de guerre et des ports militaires, en tant que ces projets modifient les formes de la fortification ou intéressent la défense, quelque soit d'ailleurs le service qui présente le projet d'ensemble. Ces officiers rédigent aussi, dans l'étendue de la zône frontière, les projets de détail des coupures, murs de soutènement, chambres de mines et autres dispositifs de défense dont l'exécution deviendrait nécessaire en cas d'adoption des travaux civils ou maritimes qui sont proposés.

Pour la construction en mer d'un fort ou de tout ouvrage défensif, le projet de l'ouvrage propre-

ment dit est rédigé par le chef du génie; mais celui de l'enrochement et de la base jusqu'à deux mètres au-dessus du niveau des hautes mers d'équinoxe, est rédigé par les ingénieurs des ponts-et-chaussées, chargés du service des travaux maritimes.

Les dossiers des instructions au premier et au deuxième degrés sont transmis respectivement aux divers ministres que l'affaire concerne. Les comités d'armes et les conseils supérieurs des différentes branches du service public, envoient à la commission mixte leurs avis respectifs; celle-ci débat contradictoirement l'affaire dans le cas où il n'y aurait pas accord entre les comités et les conseils et envoie ses conclusions aux différents ministres qui y sont intéressés. Si tous les ministres n'adhèrent pas aux conclusions de la commission, l'Empereur statue.

Si les travaux mixtes, dûment approuvés et concédés sont à faire dans la zône des fortifications, le concessionnaire, considéré comme entrepreneur de travaux ordinaires militaires, opère sous la direction des officiers du génie, tout en restant exclusivement chargé de ce qui concerne les moyens d'exécution tant en personnel qu'en matériel.

Pour toutes les questions qui sont relatives spécialement à la défense des côtes, on a institué une

commission de défense des côtes (1); elle prononce comme commission de révision pour les affaires soumises à l'examen du comité du génie et du conseil de la marine.

Nous avons vu le directeur des fortifications faire étudier et rédiger par les chefs du génie et par les officiers sous leurs ordres, les projets relatifs aux travaux à exécuter dans sa circonscription. Il nous reste à faire voir maintenant par qui sont votés et répartis les fonds, et quels sont les auxiliaires spéciaux et administratifs dont se sert le ministre pour diriger les travaux et en contrôler la comptabilité.

Le ministre de la guerre exerce la direction et le contrôle du service du génie par une *direction* centrale du service du génie annexée au ministère de la guerre et présidée par un officier géné-

(1) Cette commission est actuellement composée de :
1 Maréchal de France président ;
3 Généraux de division du service de l'artillerie ;
3 — — — du génie ;
2 Vice-amiraux ;
1 Général de brigade du service de l'artillerie de marine ;
1 Secrétaire pris parmi les officiers supérieurs de l'Artillerie.

ral qui porte le nom de *directeur*. Cette direction se subdivise en deux sections : la première qui s'occupe du *personnel* de l'arme; la deuxième qui a dans ses attributions le *matériel* et la *comptabilité* des établissements. Comme conseil spécial se trouve auprès du ministre et sous ses ordres, le *comité des fortifications* (1).

Comité des fortifications.

Ce comité, purement consultatif, se compose des généraux de division du génie, inspecteurs généraux en activité de service, et des généraux de brigade que le ministre de la guerre y adjoint. Le comité est présidé par le général de division le plus ancien en grade; il a un secrétaire choisi dans les officiers supérieurs de l'arme, mais qui n'a pas voix délibérative. Tous les ans le ministre désigne un certain nombre d'officiers généraux de l'arme, pour inspecter les différentes directions, les régiments et les établissements du génie tant en France qu'en Algérie. Les inspecteurs généraux, d'après les renvois ordonnés par le ministre, sont chargés (2) de

(1) Réorganisation du comité d'après le décret du 11 mars 1850.

(2) Instruction du 3 juin 1858 pour les revues d'inspection générale du corps du génie.

constater l'état du personnel de l'arme, le mérite, les services, la conduite, le zèle et l'aptitude particulière des officiers et d'examiner si les diverses parties du service ont été remplies conformément aux instructions prescrites; ils s'assurent de la bonne exécution des travaux dans les différentes directions, vérifient la comptabilité et étudient sur place les questions qui concernent soit la défense du territoire, soit les améliorations dont auraient besoin les divers établissements; ils indiquent aux directeurs les points sur lesquels ils doivent porter leur attention dans l'étude et la rédaction des projets annuels à présenter; ils confèrent avec les directeurs sur les titres des officiers et employés à être proposés pour l'avancement. Quand les inspections générales sont terminées, le comité se réunit pour émettre son avis sur toutes les questions déférées à son examen. Ces délibérations du comité sont rédigées par son secrétaire et transcrites sur un registre signé par tous les membres présents.

Le comité présente chaque année, au ministre de la guerre : 1° L'examen et le résumé des rapports des inspecteurs-généraux sur les diverses parties du service; 2° l'établissement, d'après les propositions faites par les inspecteurs-généraux, d'un tableau

d'avancement au choix pour les divers grades ou emplois auxquels il doit être pourvu dans l'arme; 3° l'examen des projets généraux et particuliers qui lui ont été adressés par les directeurs des fortifications; 4° le classement, par ordre de préférence et pour chaque catégorie, des travaux à exécuter pour les années suivantes, mais sans indication de la quotité des fonds à attribuer à chacun d'eux; le ministre seul est chargé de la répartition des fonds à accorder; 5° la répartition numérique des officiers de tous grades, gardes et employés dans les places de guerre et villes de casernement sur le continent et aux colonies.

Le ministre examine toutes les affaires présentées dans les rapports du comité, arrête le tableau d'avancement, statue sur les projets, fait contrôler par le directeur la comptabilité et établit les comptes généraux à envoyer à la Cour des comptes. Il fixe les dépenses du *matériel du génie* qui comprend : les *fortifications*, les *établissements militaires*, les *établissements particuliers de l'arme* et *dépenses accessoires*.

Quand le ministre a fait la répartition des fonds à dépenser, pour l'exécution des travaux qu'exigent la défense du pays, l'entretien des places et des bâti-

ments militaires, les loyers des terrains ou bâtiments, l'entretien du matériel de l'arsenal de Metz, les frais d'instruction des écoles régimentaires, etc. (1), il charge le directeur central du génie de renvoyer au comité, et par celui-ci aux directeurs des fortifications, les arrêtés qu'il a pris. Le ministre fait faire également par le directeur la répartition des offi-

(1) Le budget de 1860 répartit de la manière suivante les dépenses relatives au matériel du génie :

1° *Service ordinaire.*	France.	Algérie.
Fortifications	2,530,000	500,000
Bâtiments militaires	4,770.000	2,000,000
2° *Service extraordinaire.* (Ouvrages neufs).		
Fortifications	2,870,000	400,000
Bâtiments militaires	2,116,600	953,000
Défense des côtes	600,000	150,000
3° *Etablissement du service du génie et dépenses accessoires.*		
Dépôt des fortifications	84,000	
Galerie des plans en relief . . .	19,000	
Commission mixte des travaux publics	3,000	
Brigade topographique	17,000	
Arsenal du génie à Metz	43,000	
Ecoles régimentaires du génie . .	50.080	
Dépenses accessoires	74,800	100,000
	13,185,800	4,403,000
Total . .	17,288,800	

ciers du génie dans les différentes branches du service de l'arme.

Dépôt des fortifications.

Pour faciliter les travaux du comité, il a été institué auprès de lui un *dépôt des fortifications* (1). Cet établissement (créé le 10 juillet 1791 et réorganisé par décret du 27 août 1830), réunit tous les mémoires, plans, cartes et autres objets provenant des travaux du corps du génie, relatifs aux places de guerre et établissements militaires, ou à la défense des frontières. Une bibliothèque très riche en manuscrits, en ouvrages sur l'art militaire, mais surtout sur la fortification, sur les travaux publics et sur ce qui concerne en particulier le service du génie, est annexée au dépôt. A la tête de la bibliothèque est un officier supérieur du génie, en retraite, qui a le titre d'*archiviste*. Le président du comité est *directeur* et le secrétaire du comité *sous directeur* du dépôt des fortifications. Des officiers supérieurs et des capitaines de l'état-major particulier du génie, des gardes, des dessinateurs et des commis de bureau forment le personnel du dé-

(1) Le budget de 1860 porte les dépenses pour le traitement des employés civils et les frais de matériel du dépôt des fortifications à 84.000 fr.

pôt. Le colonel, secrétaire du comité, fait rédiger par les officiers sous ses ordres, les avis émis par les inspecteurs généraux dans le sein du comité sur tous les projets de fortification et de bâtiments militaires. Un des officiers du dépôt est chargé de l'examen des travaux scientifiques envoyés par les officiers du corps et prépare pour le *Mémorial de l'officier du génie*, ceux des travaux que le comité a jugés dignes de figurer dans ce recueil publié par ses soins.

Brigade topographique.

Une *brigade topographique*, organisée d'après le décret du 6 février 1842 est placée sous l'autorité du président du comité (1); elle a pour chef un officier supérieur du génie ayant sous ses ordres une dizaine de gardes du génie; sa mission est d'exécuter les levers des places de guerre et environs, des positions à fortifier et des sites dont le relief est ordonné. Cette brigade n'a pas de résidence fixe; elle se transporte sur les divers points qui lui sont désignés par le président du comité.

(1) Les frais de levées et d'indemnités aux employés de la brigade topographique en 1860 ont été de 17,000 fr.

Galerie des plans en relief.

Une dernière dépendance du dépôt des fortifications, c'est la *galerie des plans en relief* (créée le 27 août 1660) (1). Elle est sous la direction d'un officier supérieur du génie en retraite, qui en est le *conservateur* ; trois topographes et des artistes intelligents sont employés à entretenir et à compléter cette collection de plans-relief de nos places fortes.

Ainsi, pour nous résumer: le ministre de la guerre, aidé d'un conseil spécial qui est le comité du génie, exerce sa direction et son contrôle par le directeur du service du génie, pour le personnel et matériel; celui-ci transmet ses ordres aux directeurs des fortifications qui sont les centralisateurs des circonscriptions de service; les directeurs à leur tour donnent leurs ordres aux chefs du génie qui sont les chefs administratifs au premier degré du service. Tel est, indiqué en traits généraux, le mécanisme du service du génie dans les places.

Pour l'Algérie, il y a entre le ministre et les directeurs des fortifications des trois provinces un in-

(1) On a dépensé en 1860 pour le traitement des employés et les frais du matériel de la galerie des plans en relief une somme de 19,000 fr. Cette galerie a été divisée le 27 août 1860.

termédiaire, c'est un officier général du génie qui a le titre de *commandant supérieur du génie en Algérie*. Dans l'intérêt de la rapide exécution du service qui pourrait être entravé par une correspondance ralentie par les distances, le ministre a conféré au commandant supérieur du génie un pouvoir plus étendu que celui des directeurs et qui lui permet de décider et de statuer lui-même sur des questions qui n'ont pas une importance trop considérable.

Quant aux colonies, il y a auprès du ministère de la guerre un *directeur du dépôt des fortifications des colonies* qui est chargé de centraliser le service des chefferies des différentes colonies. Les fonctions de ce directeur qui dépend à la fois du ministère de la guerre, du ministère de la marine et du ministère des colonies n'ont pas encore été bien précisées.

B. *Service des troupes du génie en temps de paix.*

En dehors des travaux régimentaires destinés à former les soldats du génie, l'emploi de ces troupes en France est très-restreint; dans le cas où l'on ferait faire à l'armée de grands travaux, comme cela a eu lieu à l'époque de la construction des fortifications de Paris, les troupes du génie seraient employées principalement à la surveillance des ateliers.

Quelquefois encore des compagnies du génie, mais principalement de mineurs, sont détachées pour faire les travaux d'un système de mines à établir devant une place forte. En Afrique, l'emploi des troupes du génie est plus étendu. Un certain nombre de compagnies sont toujours détachées des régiments en Algérie (1). Vu la rareté des ouvriers d'arts civils, les soldats du génie sont employés à tous les travaux qui exigent de bons ouvriers, et ils sont chargés de surveiller les chantiers.

L'instruction (2) donnée dans les régiments du génie pour procurer aux soldats, sous-officiers et officiers les connaissances théoriques et pratiques nécessaires à la bonne exécution du service, se compose d'une *instruction générale* ou *de régiment* et d'une *instruction spéciale* ou d'*école*.

Chacune de ces instructions se décompose en instruction théorique et instruction pratique.

(1) En 1860 il y avait en Afrique : 14 compagnies du génie (dont 2 compagnies de sapeurs conducteurs) et une compagnie d'ouvriers du génie.

(2) Règlement sur l'instruction des régiments du génie du 30 juin 1856.

Instruction de Régiment.

L'instruction théorique du régiment comprend :

L'ordonnance sur le service intérieur des troupes d'infanterie ;

L'ordonnance sur l'exercice et les manœuvres d'infanterie ;

L'ordonnance sur le service des places ;

L'ordonnance sur le service en campagne ;

Le règlement sur la conservation et l'entretien des armes dans les corps ;

Le règlement sur le tir à cible ;

Le règlement sur le paquetage des effets et des outils portatifs ;

L'instruction sur la gymnastique ;

Les règlements sur l'administration militaire, en ce qui concerne les officiers et la troupe ;

La législation militaire ;

Ces théories sont faites : aux officiers par le lieu te nant-colonel, les chefs de bataillon et le major ; aux sous-officiers par l'adjudant-major ; aux caporaux et soldats par les adjudants.

L'instruction pratique de régiment comprend :

L'exercice et les manœuvres d'infanterie ; le tir à

la cible; les marches militaires; l'escrime; la danse et le chant; la gymnastique et la natation. On consacre au minimum en séances de deux heures et demie :

A l'école de soldat ou de peloton,	34 séances.
École de bataillon,	7
Évolutions de ligne,	14
École de tirailleurs,	7
Tir à la cible,	4
Gymnastique,	8
Marches militaires,	8
Total :	95

Pour l'instruction spéciale des soldats, des sous-officiers et des officiers du génie on a établi dans chacune des trois villes : Metz, Arras et Montpellier qui servent invariablement de garnison aux régiments du génie, une *école régimentaire* permanente. Les régiments alternent de quatre en quatre ans le plus généralement et occupent tour-à-tour ces trois garnisons qui, au point de vue des travaux, offrent l'avantage de terrains de nature variée.

La division du génie de la garde impériale n'a pas une école régimentaire proprement dite avec professeurs civils spéciaux; mais l'instruction faite par les officiers et sous-officiers de la division se

rapproche, autant que possible, de celle des régiments.

Le colonel du régiment est le *directeur* de l'École régimentaire; il est chargé de l'ordonnancement des dépenses (1); il correspond directement avec le ministre. Le colonel a sous ses ordres un chef de bataillon de l'état-major du génie, qui a le titre de *commandant de l'École* et a pour attributions de diriger et de surveiller l'ensemble et les détails de l'instruction spéciale et de l'administration de l'école régimentaire. Deux capitaines de l'état-major du génie sont adjoints au commandant pour le seconder dans les détails du service.

Trois professeurs civils, nommés au concours, sont attachés à l'école : un pour la grammaire, un pour les sciences mathématiques et un pour le dessin.

Un garde du génie est chargé du matériel de l'instruction pratique, un autre est employé au bureau et est responsable du matériel de l'instruction

(1) Le budget du ministère de la guerre porte pour les dépenses des 3 écoles réglementaires du génie en 1860 une somme de 59,000 fr.; on peut compter sur une somme annuelle de 20,000 fr. pour chaque école.

théorique. L'un de ces gardes remplit les fonctions de gérant pour les dépenses de l'école.

Les officiers forment le personnel variable de l'école régimentaire ; les professeurs civils sont attachés en permanence aux trois écoles et sont à résidence fixe. Le *matériel* de l'école régimentaire comprend : des salles de cours et de travail, une bibliothèque, des cabinets d'instruments et de modèles, un *polygone* qui est le terrain affecté spécialement et exclusivement aux troupes du génie pour leurs manœuvres et leur instruction pratique, des outils et instruments nécessaires aux travaux et tous les approvisionnements en bois et autres matériaux confectionnés ou non.

Instruction d'école.

L'instruction d'école, comme celle de régiment, se subdivise en instruction théorique et instruction pratique. La première comprend les cours répartis comme il suit, entre les différents grades :

1° Pour les soldats : *Enseignement primaire* ;

2° Pour les soldats, caporaux et brigadiers ; *Arithmétique élémentaire*, *Grammaire française* ;

3° Pour les brigadiers, caporaux et sous-officiers : *Dessin* ;

4° Pour les sous-officiers : *Grammaire française, Comptabilité et service du génie dans les places, Arithmétique complète et Géométrie élémentaire, Géométrie complète, Algèbre élémentaire, Trigonométrie, Géométrie descriptive, Levers, Éléments de fortification, Notions sur les constructions, Théories sur les écoles pratiques, Géographie, Histoire de France.*

5° Pour les lieutenants qui n'ont pas suivi les cours de l'école d'application de l'artillerie et du génie à Metz : *Sciences mathématiques et physiques, Fortification passagère et fortification permanente. Service du génie dans les places.*

6° Pour tous les lieutenants et les capitaines : *Attaque et défense des places, Mines, Art et histoire militaires.*

Ces trois derniers cours sont faits par le commandant de l'école, et tous les autres cours, sauf ceux de grammaire, de dessin et de mathématiques, sont faits par les officiers adjoints au commandant de l'école, ou par des officiers désignés chaque année par l'inspecteur-général, sur la proposition du colonel.

Les cours sont obligatoires pour tout le monde, sauf les exemptions individuelles accordées par

le colonel; ils se font généralement par grade.

La saison d'hiver est plus particulièrement consacrée aux cours de l'instruction théorique, lesquels commencent généralement le 1er novembre et finissent le 1er avril; mais on continue pendant l'été ceux qui n'ont pu, faute de temps, être terminés pendant l'hiver.

Chaque professeur civil doit consacrer aux cours, dans les salles, environ six à sept heures par jour pendant l'hiver et au moins deux heures par jour pendant l'été.

Les professeurs civils et les officiers chargés des cours tiennent des registres sur lesquels sont inscrits les renseignements propres à faire connaître l'aptitude, le degré d'instruction et l'intelligence de chacun des élèves. Le commandant réunit et résume tous les renseignements relatifs à l'instruction théorique donnés à l'école régimentaire; il forme une liste de tous les sous-officiers, caporaux brigadiers et soldats du régiment, qui se distinguent par leur aptitude, et les classe par ordre de mérite avec des annotations sur la capacité de chacun d'eux. Cette liste est consultée pour la formation des tableaux d'avancement et est présentée, avec ces tableaux, à l'inspecteur général.

L'instruction spéciale *pratique* se compose de six écoles distinctes, concernant : *la fortification de campagne*, *la sape*, *les mines*, *les ponts*, *les fours*, *le jet de la grenade*.

Indépendamment de ces six écoles qui sont suivies par tous les hommes du régiment sans exception, l'instruction spéciale pratique comprend encore des travaux auxquels ne participe pas le régiment tout entier; tels sont : la nomenclature et l'encaissage des outils, le chargement et le déchargement des voitures et des chevaux de bât; la fabrication de la chaux et des briques; les artifices; les levers. Il n'y a dans chaque compagnie que les sous-officiers les caporaux et un certain nombre d'hommes choisis qui assistent à ces travaux.

Enfin, comme application des écoles de sape et de mines, l'instruction spéciale pratique est complétée par un simulacre de siége et un simulacre de guerre souterraine.

Chacune des écoles ci-dessus mentionnées est enseignée dans tous ses détails, conformément aux *cahiers d'instruction pratique* redigés à cet effet (1).

(1) Ces cahiers ont été rédigés par les soins du comité pour rendre l'instruction pratique uniforme dans les trois régiments.

Les écoles pratiques générales ont lieu par compagnie, en sorte que les hommes d'une même compagnie exécutent ensemble les travaux et les exercices relatifs à une même école, sous la conduite et la surveillance de leurs officiers.

Les compagnies de mineurs et les compagnies de sapeurs suivent les mêmes écoles pratiques; toutefois les sapeurs doivent consacrer plus de temps aux écoles de sape et de fortification de campagne que les mineurs, et ceux-ci doivent être exercés plus longtemps que les sapeurs aux travaux de l'école de mines. Voici, au reste, le minimum du nombre des séances de trois heures et demie à consacrer à chaque nature de travail :

	Mineurs	Sapeurs.
Terrassements	10	20
Palissadements, fraises, trou de loup.	4	4
Fougasses-pierriers.	4	4
Baraques et cuisines de campement .	2	2
Confection du matériel de siège . .	10	15
Réparation du matériel de siège . .	5	5
Tracé et exécution	20	35
Mines.	70	35
Ponts.	7	12
Fours.	4	4
Jet de la grenade	4	4
Totaux. .	140	140

La saison d'été est affectée à l'instruction spéciale pratique. Les écoles pratiques commencent le 1er avril et finissent généralement le 15 septembre ; la 2e quinzaine de septembre et le mois d'octobre sont employés au simulacre de siége, au simulacre de guerre souterraine, au rasement des travaux exécutés et à l'arrangement des magasins.

Le simulacre de siége a lieu tous les ans ; le régiment tout entier doit y prendre part.

Le simulacre de guerre souterraine n'a lieu que tous les deux ans; il doit être exécuté la même année dans les trois régiments; tous les officiers doivent y prendre part. Dans les années où il ne doit point y avoir de guerre souterraine, on fait jouer quelques fourneaux, soit pendant l'école de mines, soit pendant les travaux du simulacre de siége, pour habituer les sous-officiers et les soldats au maniement de la poudre.

Le simulacre de siége, quand il est indépendant du simulacre de guerre souterraine, marche jour et nuit sans interruption (1). Le simulacre de guerre souterraine ne doit, au contraire, avoir lieu généralement que pendant le jour.

(1) Il est rédigé chaque année, pour les opérations du simu-

Les séances de travail pour les écoles pratiques ont lieu tous les jours de la semaine, excepté le samedi et le dimanche. Il n'y a qu'une séance par jour, tant que le régiment est à l'école du soldat et à l'école de peloton ; mais il y en a deux dès qu'il est passé à l'école de bataillon, l'une le matin et l'autre le soir. Les séances de travail sont chacune de trois à quatre heures.

Un lieutenant assiste chaque jour aux séances de travail de sa compagnie ; il en dirige l'exécution ; il inscrit sur un carnet le nombre d'hommes présents, la quantité de travail fait, le temps qu'on a mis pour le faire. Le relevé de ces carnets est inscrit dans un registre tenu par le capitaine de la compagnie et qui contient en même temps des notes individuelles sur tous les sous-officiers et caporaux placés sous ses ordres, ainsi que sur les soldats qui lui paraissent susceptibles d'avancement.

Le commandant de l'école extrait à son tour des registres tenus par les commandants de compagnie,

lacre de siège, un plan directeur et un journal de l'attaque et de la défense. Le simulacre de guerre souterraine est également, les années où il a lieu, l'objet d'un rapport détaillé, accompagné de dessins.

les résultats généraux de l'instruction pratique; il y joint ses observations particulières et ce travail devient la base du *compte rendu* que cet officier supérieur rédige sur l'instruction spéciale donnée au régiment pendant l'année.

Ce compte rendu est remis au colonel du régiment qui y joint ses apostilles et qui adresse le tout au ministre.

Travaux spéciaux des officiers.

Nous avons indiqué quelles sont les théories et cours auxquels doivent assister ou que doivent faire les officiers. Mais en dehors de ces occupations les officiers sont encore chargés de travaux spéciaux. Chaque année, les capitaines et les lieutenants à l'exception de ceux qui en sont nominativement dispensés par le colonel, sont chargés de faire un lever de reconnaissance militaire accompagné d'un mémoire. Indépendemment de ce travail, ces mêmes officiers traitent chaque année dans un mémoire raisonné, une question spéciale de fortification telle que: tête de pont à construire; amélioration d'une place existante; comparaison des systèmes de fortifications; attaque ou défense d'une place; simulacre d'une guerre souterraine, etc.

Chacun de ces travaux se compose d'un mémoire de discussion et de dessins d'ensemble et de détail; ils sont examinés par le commandant de l'école régimentaire qui les remet au colonel avec ses notes; le colonel y joint ses propres observations et présente ces travaux à l'inspecteur général.

Outre les travaux annuels ordinaires de l'instruction pratique, le commandant de l'école charge un certain nombre de commandants de compagnie, de faire les expériences scientifiques spéciales aux différentes parties du service que le ministre a autorisées. Ces officiers fournissent tous les éléments et développements indispensables à la rédaction du mémoire qui doit rendre compte des résultats de ces expériences.

Il est fait deux expéditions de cette partie du compte-rendu, ainsi que des dessins qui le concernent, pour être transmises aux deux autres écoles régimentaires (1).

(1) Il est à regretter qu'on ne rédige pas un compte-rendu annuel et général des expériences faites dans les trois écoles régimentaires, pour en envoyer une copie à chacune des chefferies de la France et de l'Algérie. Par ce moyen on permettrait aux officiers qui depuis longtemps ont quitté les régiments et ne sont

Inspections générales.

Chacun des trois régiments du génie est inspecté annuellement par un officier-général désigné par le ministre avec le titre *d'inspecteur général.* L'inspection générale a lieu habituellement vers le mois de septembre, époque à laquelle l'instruction régimentaire est terminée et où l'instruction pratique d'école est fort avancée.

L'inspecteur général est chargé (1) d'examiner si l'instruction théorique et pratique de régiment et celle d'école ont eu lieu conformément aux réglements en vigueur, et si elles ont donné des résultats satisfaisants. A cet effet, il fait manœuvrer sous ses yeux le régiment pour s'assurer du degré d'instruction qu'il a atteint dans les exercices et les manœuvres d'infanterie, dans le tir à la cible, l'escrime, la gymnastique etc; il inspecte les travaux dont l'exécution a précédé son arrivée; il assiste au polygone aux travaux des différentes écoles pratiques et du simulacre de siège ou de

plus destinés à y rentrer, de se tenir au courant des travaux et progrès de l'arme.

Les lithographies dont dispose chaque école régimentaire permettraient de faire ces expéditions à peu de frais.

(2) Instruction du 3 juin 1858.

guerre souterraine si ces derniers coïncident avec sa présence; il se fait rendre compte des expériences faites d'après les prescriptions.

L'inspecteur général confère avec le colonel sur le mérite des officiers attachés à l'école régimentaire; il se fait rendre compte de l'aptitude des professeurs civils et de la manière dont ils s'acquittent de leurs devoirs; il examine les registres des professeurs et les travaux des élèves. Assisté du colonel, du commandant de l'école régimentaire et des professeurs, l'inspecteur général fait subir aux candidats proposés pour l'avancement, des examens pour s'assurer du degré de leur instruction; il examine également les officiers qui désirent suivre les cours de l'école d'application et ceux qui demandent à être employés à l'état-major particulier du génie. Les travaux particuliers des officiers sont soumis à l'inspecteur général qui les examine et qui adresse au ministre ceux qu'il juge mériter une attention particulière.

Après avoir vérifié la comptabilité de l'école régimentaire, l'inspecteur général y appose son visa; puis il se fait soumettre l'état sommaire des projets à présenter pour l'année suivante.

L'inspecteur général adresse à la fin de son inspection un rapport au ministre dans lequel il rend

un compte détaillé de l'instruction théorique et pratique du régiment et y joint le tableau des propositions qu'il aura à faire relativement à l'avancement et aux demandes de changement de corps.

C. *Service du génie en campagne.*

Le corps du génie aux armées est chargé (1) : des travaux de fortification permanente; des travaux pour la défense ou l'attaque des places et des reconnaissances qui se rattachent à ces travaux. Il peut être chargé aussi : des travaux de fortification passagère que les généraux d'armée ou les généraux de division jugent à propos d'établir, tels qu'épaulements, tranchées, redoutes, fortins, blokhaus, têtes de pont, lignes et camps retranchés, digues d'inondation, etc.; des travaux de marche et d'opération, tels que l'ouverture de passages, la construction, le rétablissement ou la destruction d'une route, d'un pont à supports fixes, etc.

L'état-major du génie pour une armée se compose : d'un officier général, qui prend le titre de *commandant du génie de l'armée*; d'un officier gé-

(1) Ordonnance sur le service des armées en campagne du 3 mai 1832, avec modifications du 9 décembre 1840.

néral ou supérieur, *chef d'état major*; d'un officier supérieur, *directeur du parc*; enfin d'officiers supérieurs, d'officiers inférieurs et de gardes du génie, en nombre plus ou moins considérable, selon les besoins du service. Les officiers du génie de tout grade, qui ne sont point attachés à une troupe, font partie de l'état-major de l'armée, des corps d'armée ou de la division où ils sont employés.

S'il est formé un corps d'armée destiné à agir isolément, on y place un commandant du génie, qui peut n'être qu'un officier supérieur; un chef d'état-major et un chef du parc, s'il y a un parc, qui ne peuvent n'être que des capitaines.

Le nombre des troupes du génie que l'on attache à une armée doit dépendre évidemment de la nature de la guerre à faire et du théâtre des opérations (1). Cependant l'expérience des grandes guerres

(1) Pour les armées d'Orient et d'Italie, qui étaient composées de corps d'armée, on avait attaché à chaque division d'infanterie une compagnie du génie, et en outre il y avait une compagnie du génie de réserve au quartier général de chaque corps d'armée. Deux compagnies de mineurs, un détachement de sapeurs conducteurs et une section d'ouvriers du génie étaient spécialement attachés au parc du génie qui suivait le grand quartier général de l'armée.

de l'Empire a prouvé qu'il fallait que la proportion des troupes du génie, par rapport aux autres armes fût le 1/50e environ de l'effectif de l'armée : d'après cela, il est habituellement attaché à chaque division d'infanterie un officier commandant du génie, du grade au moins de capitaine de première classe, et une compagnie du génie sur pied de guerre, comprenant, comme nous l'avons vu : 4 officiers, 150 sous-officiers, caporaux et soldats. Cette compagnie a une prolonge chargée d'outils attelée de 4 chevaux et 2 chevaux de bât, portant des caisses remplies d'un assortiment d'outils d'art.

La voiture est chargée de 4 caisses renfermant des outils propres au genre de service auquel la compagnie peut être employée. Pour les compagnies de sapeurs, il y a dans les caisses : 10 haches, 83 pelles, 30 pioches, 30 serpes et en outils portatifs : 6 haches, 10 pelles, 10 pioches, sans compter les outils de maçons, de tailleurs de pierre, d'ou-

L'armée d'Orient à l'époque de la prise de Sébastopol comprenait : 98 officiers et 17 compagnies du génie;

A l'armée d'Italie l'effectif du corps du génie était de :

154 officiers (état-major particulier et troupes), 11 gardes;

22 Compagnies, un détachement de conducteurs et une section d'ouvriers.

vriers en bois, de mineurs, etc. Pour pouvoir se porter sur les points d'un difficile accès et dans les passages et défilés impraticables aux voitures où il y aurait des travaux à faire par les troupes du génie, on a joint à chaque compagnie un approvisionnement d'outils chargé sur deux chevaux ou mulets de bât. Les soldats des compagnies du génie portent des outils dans la proportion de 1/3 pelles, 1/3 pioches et 1/3 haches et serpes; les caporaux et sous-officiers portent des outils d'art et de pétardement.

Le parc du génie contient les outils de réserve pour l'armée et les outils spéciaux à l'arme; il doit fournir les pelles, pioches, haches et serpes et les approvisionnements de toutes espèces, nécessaires pour les travaux dirigés par les officiers du génie. Le parc du génie est transporté par un certain nombre de voitures attelées de 4 chevaux et conduites par des sapeurs-conducteurs tirés des régiments du génie; il comprend généralement : 1° une ou plusieurs nacelles et sonnettes, pour la construction et la réparation des ponts; 2° des objets de rechange et d'approvisionnement pour l'entretien et la réparation des voitures; 3° des forges de campagne pour les réparations; 4° des prolonges dont chacune contient 333 gros outils et quelques objets d'approvi-

sionnement; 5° des prolongés d'outils de sapeurs et de mineurs pour remplacer ceux que perdent les compagnies; 6° des instruments de sape pour les siéges; 7° des caissons contenant la poudre, les bombes et les pétards; 8° une ou deux voitures pour le service des conducteurs.

Si l'on a des siéges à faire, il faut encore des outils d'approvisionnement de siége dont la quantité (1) est subordonnée à l'importance des travaux du

(1) Voici quelques renseignements sur le matériel du génie envoyé à l'armée d'Orient. (Extraits du Journal du siége de Sébastopol par le général Niel) :

Outils de terrassiers.	72,000
— de carriers	7,100
— de bûcherons	6,300
— de mineurs	1,800
— d'ouvriers d'art.	16,000
Sacs à terre	920,000
Brouettes	800
Armures de sapeurs.	12
Crocs, fourches, dragues pour les sapeurs . .	200
Echelles diverses	250
Poudre de mine	90,400 kil.

Le parc du génie de l'armée d'Italie se composait de :

46 voitures de parc et d'approvisionnement;

siége ces outils sont alors conduits à pied d'œuvre par des voitures de réquisition.

L'expérience des grandes guerres a encore prouvé que le matériel attelé devait être organisé de telle sorte qu'il pût fournir un gros outil pour 3 hommes, quand il y a des siéges à faire, ce qui donne à peu près une voiture d'outils par 1,000 hommes.

Tout commandant du génie à l'armée, reçoit, directement ou par l'intermédiaire du chef d'état major les ordres de l'officier général près duquel il est employé; il communique à ce général les ordres qui lui sont donnés par les officiers généraux ou supérieurs de son arme.

4 forges de campagne.
1 caisson à poudre.
1 baquet de nacelle.
2 voitures de sapeurs conducteurs.

57 voitures, renfermant avec les voitures des compagnies du génie, 20,000 outils.

En vue des éventualités de siéges, on avait envoyé à l'armée:

9150 pelles emmanchées.
3000 pioches —
1200 serpes —
800 haches —
1800 m. Cordeau porte-feu.
50,000 Sacs à terre.

Quand il s'agit de faire le siége d'une place, le commandant du génie rédige, d'après les instructions du général commandant le siége, le projet général du siége; dans le cas où il le reçoit tout rédigé, il en développe, s'il y a lieu, les dispositions.

Ce projet est d'abord examiné par le commandant du génie et par le commandant de l'artillerie conjointement. Ces deux officiers soumettent leur avis commun ou leurs opinions divergentes au général commandant qui prononce, arrête le projet après l'avoir modifié, s'il le juge à propos, et donne les ordres nécessaires pour l'exécuter; la même marche est suivie pour les changements que les événements du siége obligeraient de faire au plan déjà arrêté.

Les mêmes règles s'appliquent au service journalier de la tranchée et aux moyens d'exécution du projet général : ces moyens sont proposés au général de tranchée par le commandant du génie de tranchée, après avoir été discutés par lui avec le commandant d'artillerie de tranchée. Ce général prononce sur leur avis commun ou sur leurs opinions respectives; mais si le retard est sans inconvénient, il en réfère au général commandant le siége.

Les travailleurs sont demandés au général commandant le siége par le commandant du génie; il

adresse son état de demande au chef d'État-major qui prend les ordres du général en chef.

Lorsque le génie a besoin d'auxiliaires pour les travaux de mine, de sape ou de construction, il les reçoit de l'infanterie et les paye sur le même pied que ses propres travailleurs. Si l'on peut payer les travailleurs, ils le sont par tranchée, d'après le prix réglé, sur la proposition du commandant du génie et de l'artillerie, par le général commandant le siége.

Les troupes du génie sont spécialement employées à la direction et à la surveillance des ateliers de confection du matériel de siége, aux têtes de sape, aux attaques de mines, aux fougasses, aux descentes blindées, etc.

Les officiers sont chargés du tracé des parallèles et des boyaux, de l'approvisionnement des dépôts de tranchée et de la direction de tous les travaux spéciaux à l'arme. Ils font au général de tranchée tous les rapports qu'il leur demande sur leurs travaux, et lui remettent l'état des pertes qu'ils ont faites dans les troupes de leur arme. Après avoir descendu la tranchée, ils font à leurs chefs directs des rapports sur les détails de leur service respectif.

Les commandants du génie adressent, chaque jour, au général commandant le siége un rapport



sur l'état des travaux et sur ce qui concerne leur service respectif.

Aux sièges d'Anvers, de Rome et de Sébastopol, les officiers de l'état-major particulier du génie étaient de service à la tranchée, pendant 24 heures, mais les officiers des compagnies avec leurs hommes seulement pendant 12 heures, de 6 heures du soir à 6 heures du matin.

En cas d'assaut, les détachements du génie armés de haches et d'outils marchent derrière les premières troupes des colonnes d'assaut pour briser les obstacles qui pourraient arrêter la marche des colonnes.

Dans la défense d'une place, les officiers du génie sont sous les ordres de l'officier qui a le commandement de la place et sont tenus d'exécuter tous les travaux que celui-ci juge, dans l'intérêt de la défense, à propos de leur prescrire.

Arsenal du génie.

L'arsenal du génie (créé le 25 mars 1811 et réorganisé par décret du 1er février 1841) est établi à Metz; il comprend un personnel composé d'un colonel *directeur*, d'une compagnie d'ouvriers de gardes et d'ouvriers d'états, du génie.

L'administration de cet établissement se rapproche beaucoup de celle du service du génie dans les places. Le directeur est ordonnateur secondaire pour toutes les dépenses relatives au matériel (1). Le capitaine de la compagnie d'ouvriers dirige, sous l'autorité du directeur, les ateliers de l'arsenal; il réunit aux attributions de son commandement de capitaine celles de chef du génie pour tous les travaux qui s'exécutent à l'arsenal. Les officiers sous ses ordres tiennent des carnets pour les détails de service dont ils sont chargés et le capitaine tient le carnet relatif aux dépenses de l'approvisionnement.

Les travaux sont exécutés par gérance. La fourniture des matières premières est faite à l'entreprise, à la suite d'adjudication publique; les marchés au-dessous de 500 fr. peuvent être passés de gré à gré. Tous les marchés doivent être approuvés par le ministre. L'intendance n'intervient dans l'administration de l'arsenal que pour apposer le visa sur les marchés et sur les comptes.

On construit à l'arsenal du génie la plus grande partie des outils, machines et voitures dont se sert

(1) En 1860 les dépenses à l'arsenal de Metz pour exécution du matériel, frais de fabrication d'outils, agrès, etc., ont été de: 43,000. fr.

l'arme du génie pour faire ses travaux, pour former ses parcs de campagne et pour faire les approvisionnements de siége des diverses places de France.

Le matériel roulant pour les compagnies et pour les parcs du génie, se composant à peu près de 400 voitures, se trouve en grande partie à l'arsenal du génie de Metz et dans les places d'Arras, de Montpellier, de Bayonne, de Perpignan et de Lyon. Un approvisionnement de 100,000 outils de siége existe en dépôt dans les places-frontières de Soissons, d'Arras, de Metz, de Strasbourg, de Belfort, de Lyon, de Toulon, de Perpignan et de Bayonne. La proportion des outils de cet approvisionnement est la suivante : 1/100 pics à tête, 37/100 pioches ordinaires, 2/100 pioches fortes, 38/100 pelles rondes, 2/100 pelles carrées, 8/100 haches, 12/100 serpes.

Une usine avec machine à vapeur est annexée à l'arsenal du génie. Les travaux sont exécutés par les ouvriers de la compagnie du génie, sous la surveillance plus immédiate des ouvriers d'état, qui donnent aux ateliers une impulsion uniforme et intelligente.

L'arsenal possède une galerie renfermant une collection de modèles de toutes les armures, arme

spéciales aux troupes du génie, machines, voitures, outils et autres pièces confectionnées à l'arsenal; on y voit également les bustes des hommes célèbres qui ont illustré le corps du génie et les trophées rappelant les siéges entrepris ou soutenus depuis Louis XIV par les armées françaises.

Pour les besoins du service du génie en Algérie, on a établi un deuxième arsenal à Alger. Un officier supérieur de l'arme en est le chef, et la 2e compagnie d'ouvriers du génie y exécute les travaux. L'organisation de cet établissement est tout-à-fait analogue à celle de l'arsenal de Metz.

Recrutement des officiers du génie parmi les élèves des écoles.

Nous avons vu comment le corps du génie recrute des officiers parmi les sous-officiers des troupes du génie; il nous reste à dire de quelle manière on prend les officiers de l'arme parmi les élèves de l'Ecole Polytechnique.

Les jeunes gens qui ont 16 ans au moins et 20 ans au plus au 1er janvier d'une année peuvent concourir pour les examens d'admission à l'École Polytechni-

que (1) qui ont lieu dans le courant de cette année. Néanmoins, pour venir au secours des élèves qui par position de fortune ou par suite d'événements imprévus auraient dépassé l'âge de 20 ans et auraient été forcés de s'engager dans l'armée, on a admis que les sous-officiers, caporaux et soldats, âgés de plus de vingt ans et qui auront accompli, au moment de l'ouverture du concours, deux ans de présence effective sous les drapeaux, seront admis à concourir, pourvu qu'ils n'aient pas alors dépassé l'âge de 25 ans. Pour offrir également les chances de la carrière des armes spéciales aux fils des officiers en activité de service ou en retraite et dénués de fortune, les élèves du collége militaire (de La Flèche) peuvent concourir pour l'École Polytechnique. Des bourses et demi-bourses avec trousseau ou demi-trousseau sont accordées à tout élève dont les parents sont hors d'état de payer la pension, et dont les moyens d'existence sont dûment certifiés. Ces élèves boursiers, ainsi que les militaires admis à concourir après l'âge de vingt ans, ne peuvent à leur sortie de l'école, être placés que dans les services militaires.

(1) Décret de réorganisation de l'École Polytechnique du 1er novembre 1852.

La durée des cours d'étude est de deux ans à l'École Polytechnique. On y enseigne aux élèves l'*Analyse*, *la Géométrie descriptive* (1re année) et la *Stéréotomie* (2e année), *la Mécanique et les machines*, *la Physique*, *la Chimie*, *la Géodésie et la Topographie*; il leur est fait des cours élémentaires *d'Architecture et de travaux publics*, *d'Art militaire et de Fortification*; un cours de *Langue allemande*. Des *dessins graphiques* nombreux, *le dessin d'imitation*, *le lavis*, *des manipulations de chimie et de physique*, la visite des principaux établissements scientifiques et industriels de la capitale, l'exercice militaire et la gymnastique complètent l'instruction pratique des élèves.

Des examens ont lieu après la clôture des cours de 1re année pour constater si les élèves peuvent être admis aux cours de la 2e année. A la fin de la 2e année, les élèves subissent les examens de sortie pour qu'on puisse déterminer quels sont ceux parmi eux qui sont admissibles dans les services publics.

Ces examens sont faits par cinq examinateurs attachés à l'école pour ces fonctions spéciales. Après les examens, le général commandant l'école, le commandant en second, le directeur des études et les cinq examinateurs se réunissent en jury pour

former la liste générale, par *ordre de mérite*, des élèves jugés admissibles dans les services publics. Les élèves déclarent après leur dernier examen, à quel service public ils donnent la préférence et dans quel ordre, à défaut de place dans ce service, leur choix se porterait sur d'autres services. Dans la répartition des élèves pour les services, le choix est subordonné au rang de l'élève sur la liste par ordre de mérite.

Ainsi : concours libre et impartial entre des limites d'âge déterminées, large intervention de l'Etat au profit des élèves dont les parents ont des ressources insuffisantes pour payer les frais d'études à l'école, études scientifiques sérieuses pendant deux années à l'école, examens de sortie faits par des examinateurs indépendants de l'enseignement intérieur de l'école, formation par un jury d'une liste par ordre de mérite des élèves, leur répartition dans les services publics, le choix subordonné au rang de mérite; voilà la base du recrutement des officiers du génie (et de l'artillerie) par la voie de l'École Polytechnique.

(*La suite au prochain cahier.*)



ÉCOLE D'APPLICATION

DE L'ARTILLERIE ET DU GÉNIE.

RECHERCHES SUR L'ORGANISATION DU CORPS DU GÉNIE EN FRANCE.

PAR **C. HEYDT,** CAPITAINE DU GÉNIE.

(*Suite*).

Ecole d'application de l'artillerie et du génie (1).

Les élèves de l'Ecole Polytechnique reconnus aptes aux services publics et qui, par choix ou par ordre de classement, ont été désignés pour le service de l'artillerie et du génie sont nommés par le ministre *sous-lieutenants élèves de l'école d'application de l'artillerie et du génie* à Metz; ils ont le rang de sous-lieutenant et en portent les insignes, mais ils n'en reçoivent le brevet et ne sont définitivement classés dans leurs armes respectives qu'après avoir satisfait aux examens de sortie. Lorsque des élèves sont envoyés à l'école d'application avant d'avoir accompli à l'École Polytechnique les deux années exigées par la loi, ces élèves ne sont nommés sous-lieutenants qu'après l'expiration du temps voulu.

(1) Décret de réorganisation de l'école d'application de l'artillerie et du génie du 24 juin 1854.

Le personnel attaché à l'école d'application de Metz comprend : un général de brigade *commandant*, spécialement chargé de l'exécution des décrets, règlements et instructions concernant l'école; un colonel ou lieutenant-colonel, commandant en second, *directeur des études* et chargé des détails du service et de l'administration de l'école;

Un chef d'escadron d'artillerie;

Un chef de bataillon du génie;

Cinq capitaines d'artillerie;

Trois capitaines du génie;

Un médecin-major.

Le général commandant est pris alternativement parmi les généraux de brigade attachés au service de l'artillerie et à celui du génie, de manière que chacune des deux armes concoure également au commandement de l'école. Le commandant en second est choisi dans l'arme à laquelle n'est point attaché le commandant de l'école.

Le personnel enseignant se compose de :

Un professeur du cours d'artillerie;

Un professeur adjoint du cours d'artillerie;

Un professeur d'art militaire et de fortification passagère, chargé en outre du cours de législation et d'administration militaires;

Un professeur de fortification permanente, d'attaque et de défense des places;

Un professeur adjoint de fortification permanente, d'attaque et de défense des places;

Un professeur du cours de topographie et de géodésie;

Un professeur de sciences appliquées aux arts militaires;

Un professeur de mécanique appliquée aux machines;

Un professeur du cours de construction;

Un professeur adjoint du cours de construction;

Un professeur de langue allemande;

Un professeur d'hippiatrique et d'équitation;

Un maître de dessin, chef du bureau des travaux graphiques.

Sauf le professeur de langue allemande et le maître de dessin, tous les autres professeurs sont pris parmi les officiers en activité de service. Les professeurs des cours de fortification, d'art militaire, de construction, de topographie et de géodésie sont choisis parmi les officiers du génie; tous les autres parmi les officiers d'artillerie.

Les employés attachés à l'école d'application sont:

Un trésorier / Un bibliothécaire } ayant appartenu, comme officiers, au corps de l'artillerie ou du génie.

Un chef de bureau de l'administration;

Un adjoint au bibliothécaire;

Un garde d'artillerie, chargé du matériel d'artillerie;

Un garde du génie, chargé du matériel du génie;

Un artiste mécanicien pour les instruments;

Un artiste lithographe;

Un maître d'escrime;

Des écrivains et dessinateurs en nombre variable.

Il est établi à l'école :

1° Un *conseil supérieur*, composé comme il suit :

Le général commandant l'école, président;

Le commandant en second, vice-président;

Le chef d'escadron d'artillerie / Le chef de bataillon du génie } membres permanents.

Deux capitaines, un de chaque arme / Deux professeurs militaires — id. } *id. amovibles.*

Un capitaine secrétaire.

Le conseil est chargé d'exposer les modifications à faire aux règlements relatifs aux études, à la discipline, à l'emploi du temps; de faire à la fin de l'année, le classement des élèves des deux armes

d'après les notes données sur leur instruction théorique et pratique ; de signaler au jury les élèves qui seraient dans le cas de redoubler une année d'études.

Lorsqu'il s'agit d'examiner des questions relatives à l'instruction, le conseil supérieur se forme en *conseil d'instruction* par l'adjonction des professeurs militaires qui n'en font pas partie.

2° Un *conseil d'administration*, chargé des détails de l'administration et des comptabilités finances et matières, de surveiller l'emploi des fonds affectés aux diverses dépenses (1), de passer les marchés, etc. Les élèves doivent être rendus le premier janvier de chaque année à Metz ; ils sont casernés et logés par deux dans l'établissement de l'école.

La durée des études à l'école d'application est de

(1) Le budget de l'école d'application pour 1860 a été fixé ainsi qu'il suit :

Personnel	51,860
Frais d'instruction et d'administration	37,540
Réparations et entretiens des bâtiments	8,600
Total	98,000

Non compris la solde des professeurs militaires, des officiers de l'état-major et des élèves de l'école qui s'élève à 345,850 fr. total : 443,850.

Le nombre des élèves à l'école d'application en 1860, a été de 150 dont 100 pour l'artillerie et 50 pour le génie.

deux ans; les élèves sont classés en deux divisions dont l'une suit les cours de première année, l'autre ceux de deuxième année.

L'instruction donnée aux élèves des deux armes n'est point séparée. Le rapport sur l'organisation de l'école d'application dit : « Bien qu'en thèse géné-« rale, il soit convenable de diriger l'instruction « des jeunes gens en vue du service spécial auquel « ils sont destinés, il y a cependant des considéra-« tions d'un ordre supérieur qui militent en faveur « d'une instruction commune, autant que possible, « aux deux armes.

« En effet, ce qui importe surtout au succès des « opérations auxquelles les armes de l'artillerie et « du génie doivent concourir, c'est une entente par-« faite entre ces deux services, appelés constam-« ment à se seconder, et parfois à se suppléer. Le « meilleur moyen d'obtenir, dans toutes les occa-« sions cette entente, cette unité de vues si néces-« saire au bien du service, c'est indubitablement de « former les officiers des deux armes dans la même « école et de leur donner, autant que faire se peut, « la même instruction et les mêmes principes mi-« litaires, tout en maintenant la séparation à l'é-« gard de quelque leçons et d'un petit nombre de

« travaux qui se rapportent d'une manière tout-à-« fait spéciale à chaque service. »

D'après ces principes, l'instruction qui est donnée aux élèves de l'école d'application comprend :

1° *L'instruction commune aux deux armes* qui a pour objet :

L'étude des règlements militaires, les manœuvres d'infanterie, de cavalerie et d'artillerie ;

L'étude de l'artillerie ;

L'art militaire et la fortification passagère ;

La fortification permanente, l'attaque et la défense des places ;

La topographie et la gnomonique ;

L'application des sciences physiques et chimiques aux arts militaires ;

L'application de la mécanique aux machines ;

L'architecture et les constructions militaires ;

La législation et l'administration militaires ;

La langue allemande ;

L'hippiatrique et l'équitation ;

Les travaux pratiques des deux armes, l'escrime et la natation.

2° *L'instruction spéciale pour les élèves d'artillerie*, qui comprend :

Les théories sur les manœuvres à pied et à cheval

de l'artillerie, et le service des bouches à feu ; le levé et le tracé des bouches à feu, des affûts et des voitures ; des projets de bouches à feu ; des projets de machines et d'usines.

3° *L'instruction spéciale pour les élèves du génie* qui comprend :

Les théories d'infanterie ;

L'étude de l'application au terrain des principes de la fortification permanente ;

L'étude de l'amélioration d'une place de guerre existante ;

La géodésie.

Pour ouvrir toutes les voies de l'instruction aux officiers qui, moins heureux que leurs camarades, n'ont pas été comme eux favorisés des avantages de l'enseignement avant leur entrée dans la carrière, le ministre de la guerre autorise, sur leur demande, les officiers de l'artillerie et du génie qui n'ont pas passé par l'école d'application, à participer à l'instruction qui se donne à cette école. Ces officiers ne sont pas tenus à loger au pavillon des élèves ; mais ils suivent comme eux toutes les parties de l'enseignement.

Les élèves sont occupés au moins pendant six heures par jour, non compris le temps consacré aux

exercices, manœuvres, etc. En dehors des cours, les travaux d'étude se font dans de vastes salles d'instruction et sous la surveillance des officiers de l'état-major de l'École; les leçons d'équitation, les manœuvres et autres travaux pratiques ont toujours lieu, soit avant les cours et séances d'étude, soit après. Les élèves sont libres de 5 à 11 heures du soir.

Pendant la première année, les élèves, groupés par deux, ou isolément, font: 1° des levers à la boussole de portions de terrains situés à proximité de Metz; 2° le lever à la planchette d'un front de la fortification de la place; 3° le lever détaillé d'un des bâtiments publics de la ville; 4° Ils s'absentent de l'École pendant une huitaine de jours pour faire un lever de reconnaissance militaire dans les environs de Metz. Les élèves de deuxième année sont chargés de faire le lever d'une machine avec moteur, soit dans un des établissements de la ville, soit dans les usines des environs. Enfin quelques jours avant le tracé du simulacre de siége, ils font un dernier lever de reconnaissance du terrain sur lequel sont censés s'exécuter les travaux du siége.

On consacre un certain nombre de séances à faire jeter par les élèves les différentes espèces de ponts militaires et à leur faire confectionner du matériel

de siége. Ils apprennent à tracer sur le terrain et à profiler des ouvrages de campagne; ils tracent eux-mêmes avec des fascines les cheminements du simulacre de siége. On leur apprend à l'école de pyrotechnie la confection des artifices. Au laboratoire de chimie on les exerce à faire l'analyse de la poudre, du bronze, des minerais, des calcaires, des chaux, des mortiers, etc.

Tous les élèves indistinctement sont exercés aux manœuvres d'infanterie et d'artillerie; ces exercices ont d'abord lieu dans une grande salle des manœuvres qui fait partie des bâtiments de l'École, et se complètent par le tir réel du fusil et du canon au polygone d'artillerie.

Pendant les deux années de leur séjour à l'École, les élèves suivent le cours d'équitation au manège annexé à l'établissement et les exercices de natation.

Enfin pour compléter leur instruction pratique, les élèves, sous la conduite des officiers de l'état-major de l'École, visitent les principaux établissements militaires de la place de Metz, ainsi que les travaux pratiques faits aux polygones de l'artillerie et du génie par les troupes de ces deux armes.

Une bibliothèque très-riche en ouvrages sur l'art militaire et sur tout ce qui concerne spécialement

les services de l'artillerie et du génie; un musée renfermant une précieuse collection de modèles d'armes et de machines de guerre de tous les siècles; enfin un cabinet d'instruments d'astronomie, de géodésie et de machines de précision et un observatoire complètent l'établissement de l'École.

Chaque année un jury procède aux examens de sortie des élèves composant la première division de l'École. Ce jury est composé de six membres, savoir :

Un général de division, président, pris alternativement dans le service de l'artillerie et dans celui du génie;

Un général de brigade attaché au service de l'artillerie;

Un général de brigade attaché au service du génie;

Un officier supérieur d'artillerie, examinateur pour les matières plus spécialement relatives au service de l'artillerie;

Un officier supérieur du génie examinateur pour celles qui concernent plus particulièrement le service du génie;

Un officier supérieur de l'une ou de l'autre arme en activité ou en retraite pour les sciences appliquées.

Les officiers attachés à l'École ne peuvent pas faire partie du jury.

Les examens sont faits successivement par les trois examinateurs et en présence du jury; lorsque les examens sont terminés, le jury procède au classement des élèves de chaque arme, et ce classement règle définitivement l'ordre d'admission des élèves dans les deux services.

Par suite de maladies graves ou d'autres empêchements régulièrement constatés, un élève, sur la proposition du commandant de l'école et du jury, peut être autorisé par le ministre de la guerre à redoubler une année d'études avec la promotion suivante. Mais dans aucun cas un élève ne peut rester à l'école plus de trois années.

Les sous-lieutenants élèves qui, d'après la décision du jury, n'ont pas satisfait aux examens de sortie de l'école, sont mis en non-activité par suspension d'emploi et laissés à la disposition du ministre de la guerre.

A leur sortie de l'école, les élèves déclarés admissibles reçoivent un congé jusqu'au 1er avril, époque à laquelle ils doivent rejoindre un des trois régiments du génie auquel ils ont été assignés.

L'uniforme des élèves de Metz consiste en un habit avec plastron collet et parements en drap bleu foncé, avec retroussis et passepoils écarlates, pantalon bleu

à bandes doubles en écarlate, shako avec plaque; boutons à l'empreinte d'un canon sur affût et d'une cuirasse avec casque. Epaulettes et épée.

Recrutement. — Avancement. — Uniforme.

Les soldats des troupes du génie se recrutent parmi les jeunes gens des classes qui ont une constitution robuste et qui exercent une des professions suivantes : ouvrier en fer ou en bois, ouvrier des mines et carrières, maçon, terrassier, maréchal ferrant, sellier, bourrelier. Le minimum de taille exigée actuellement (1) est de 1 m. 66, pour les régiments et 1 m. 68 pour la garde.

L'ordonnance du 13 décembre 1829 fixe ainsi la répartition des hommes dans les compagnies : pour les compagnies de dépôt : 1/6 d'ouvriers en bois, 1/10 d'ouvriers en pierre, 115 d'ouvriers en fer, et 2/3 de terrassiers; pour les compagnies d'ouvriers, 5/8 d'ouvriers en fer et 3/8 d'ouvriers en bois. On se rapproche autant que possible de cette répartition.

Les régiments du génie reçoivent un grand nombre d'enrôlés volontaires et de jeunes gens des classes qui, ayant devancé l'époque de l'appel sous les armes, remplissent les conditions néces-

(1) Décret du 13 avril 1860.

saires pour être incorporés, sur leur demande, dans cette arme. Les sapeurs de la division du génie de la garde se recrutent parmi les hommes de choix pris dans les trois régiments du génie.

L'organisation excellente des écoles régimentaires du génie fournit aux hommes des moyens d'instruction nombreux; aussi, quoiqu'on n'exige pas d'eux qu'à leur entrée au service ils sachent lire et écrire, l'immense majorité acquiert rapidement ces premiers éléments et des sujets intelligents, qui au début de leur carrière pouvaient n'avoir qu'une instruction tout-à-fait élémentaire, peuvent dans un espace de temps qui est en moyenne de huit ans, acquérir le degré d'instruction nécessaire pour arriver au grade d'officier.

Les ouvriers d'état attachés à l'arsenal du génie, sont choisis parmi les sous-officiers des compagnies d'ouvriers du génie qui ont demandé cet emploi; le sous-chef ouvrier d'état est choisi parmi les ouvriers d'état ayant au moins trois ans de service en cette dernière qualité et l'emploi de chef ouvrier d'état est donné au choix, soit au sous-chef ouvrier d'état, ou à l'un des sous-officiers des compagnies d'ouvriers ayant au moins six ans de service comme sous-officier ou comme ouvrier d'état.

Les gardes du génie sont des employés militaires, nommés par l'Empereur; ils ont une hiérarchie toute spéciale, qui ne comporte point d'assimilation aux grades militaires. Ils prennent rang après les officiers et avant tous les sous-officiers. Les gardes de 2e classe sont choisis, sur la proposition des inspecteurs généraux, parmi les sous-officiers de l'arme qui comptent au moins six ans de service, dont trois comme sous-officiers (1); ceux de 1re classe sont pris parmi les gardes de 2e classe ayant au moins trois ans de fonctions dans cette classe; enfin les gardes principaux sont pris parmi les gardes de 1re classe ayant également trois ans au moins de fonctions.

Tous les officiers du génie, quelle que soit leur origine (2), sont appelés aux divers services du corps, selon leur aptitude à ces services reconnue d'après les rapports des inspecteurs généraux; ils concou-

(1) Pour être nommé garde du génie, il faut (ordon. du 16 mars 1838) :

1o Ecrire correctement sous la dictée; 2o savoir l'arithmétique et la géométrie élémentaire; 3o être en état de surveiller les ateliers dans les travaux du génie et de tenir la comptabilité qui se rapporte à ces travaux; 4o connaître la pratique du mètré, des levers et du nivellement; 5o savoir dessiner le plan.

(2) Décret du 16 octobre 1850.

rent ensemble (1), tous sans exception, pour l'avancement ainsi que pour les fonctions spéciales, tant au choix qu'à l'ancienneté.

L'organisation des troupes du génie ne comporte point d'emploi de sous-lieutenant ; les sous-officiers des troupes du génie promus officiers sont nommés lieutenants après deux ans de service pendant lesquels ils remplissent les fonctions et touchent la solde de lieutenant.

Les nominations de lieutenant en second, qui viennent à vaquer sur la totalité des corps du génie sont dévolues aux sous-officiers des troupes de l'arme et aux sous-lieutenants élèves provenant de l'école d'application, savoir : aux premiers, dans la proportion de la moitié du nombre des officiers de tous grades, composant les cadres constitutifs des troupes du génie; aux seconds, dans la proportion de l'autre moitié, augmentée du nombre total des officiers formant les cadres de l'état-major du corps (2). Le rapport des premiers aux seconds est à peu près 1/5.

Dans le corps du génie, les tableaux d'avancement

(1) Décret du 16 octobre 1850.

(2) Décret du 16 octobre 1850.



et les listes d'aptitude aux fonctions spéciales dans les régiments, sont établis de nouveau chaque année par les inspecteurs-généraux du génie qui adressent au ministre de la guerre la liste des sous-officiers qu'ils jugent susceptibles d'être promus au grade de sous-lieutenants, et celles des officiers de tous grades, jusques et y compris celui de lieutenant colonel, qu'ils ont jugés les plus dignes d'être proposés pour l'avancement.

Le comité établit (1) le tableau pour l'avancement au choix et les listes d'aptitude aux divers emplois et aux fonctions spéciales pour tous les grades d'officiers, y compris celui de colonel; il établit également les tableaux particuliers d'avancement par les divers grades de garde du génie et pour les emplois d'ouvrier, de sous-chef et de chef ouvrier d'état.

Quant à l'avancement à partir du grade de lieutenant, il est réglé d'après la loi du 14 avril 1832, commune à tout l'armée, sauf les modifications pour le génie ci-dessus indiquées. Ainsi les deux tiers des grades de capitaines sont donnés à l'ancienneté, et l'autre tiers au choix; la moitié des grades de chef de bataillon est donnée à l'ancienneté, et l'autre moitié au choix. A partir du grade de chef de batail-

(1) Décret du 11 mars 1850.

lon, tous les grades supérieurs sont réservés au choix.

Les cadres des troupes du génie sont remplis par les officiers du corps, sans distinction d'origine. Les élèves de l'école d'application promus lieutenants en second entrent dans le régiment du génie pour se former au service particulier des troupes et aux travaux pratiques spéciaux de l'arme. Ils y restent en moyenne quatre ans après lesquels ils passent à l'état-major particulier de l'arme afin de se mettre au courant du service du génie dans les places. Pour ne pas perdre de vue les travaux pratiques de l'arme, pour se tenir au courant des progrès et des changements qui peuvent s'y introduire, et pour conserver autant que possible l'habitude de commander les troupes, les officiers de l'état-major particulier du génie sont renvoyés après un certain nombre d'années au régiment; ils y passent trois à quatre ans après lesquels ils rentrent de nouveau au service des directions du génie.

La moyenne de temps que les officiers du génie passent dans chaque grade est à peu près celle-ci :

Lieutenant	4 ans
Capitaine	15 1/2
Chef de bataillon	5 1/2
Lieutenant-colonel	2 1/2
Colonel	5

L'uniforme des troupes du génie comprend : un habit en drap bleu foncé avec plastron, collet et parements en velours noir; une capote large en drap bleu foncé avec pattes en velours au collet, une veste de travail en drap bleu; pantalons en drap bleu à doubles bandes écarlates; passepoils écarlates; boutons à l'empreinte d'une cuirasse surmontée d'un casque; shako en feutre avec galons en laine écarlate et plaque, buffleteries croisées blanches, sabre d'infanterie, fusil à baïonnette; les hommes portent des outils renfermés dans un étui en cuir; le manche des pelles, pioches, haches et scies est passé dans une gaine en cuir qui traverse le havresac.

L'uniforme des troupes du génie de la garde ne diffère de celui des régiments du génie qu'en ce que les hommes de la garde portent le bonnet à poil, et ont sur les bords antérieurs du collet des grenades brodées en soie.

Les officiers des régiments du génie portent un uniforme en tout semblable à celui des hommes; les galons du shako sont en or; les officiers de l'état-major du génie ont le chapeau à cornes; enfin les officiers de la division de la garde ont le bonnet à poil et portent des aiguillettes en or.

L'habillement et l'équipement des troupes du génie laisse beaucoup à désirer; les buffleteries sont

incommodes; les outils portatifs, dont le mode d'ajustement gêne le paquetage des effets dans le sac et fatigue beaucoup les hommes pendant les marches, ne rendent pas dans leur emploi les services qu'on en attend. Le sabre est lourd, embarrassant et sans grande utilité; l'habit n'est qu'une tenue de parade, qu'on laisse généralement au dépôt quand les compagnies sont envoyées à l'armée. Du reste, la tenue et l'équipement des soldats du génie doivent être l'objet de prochaines modifications qui ont surtout pour but de soulager dans les marches les troupes du génie, qui, de toutes les troupes à pied, sont celles qui sont les plus chargées.

Il paraît tous les ans un *État du corps du génie* qui n'est pas officiel, mais qui est rédigé d'après des renseignements authentiques puisés au ministère de la guerre. Ce recueil est très précieux à consulter pour tout ce qui concerne le personnel du génie ; il donne la répartition des officiers et gardes dans les différentes branches du service du génie, leur rang d'ancienneté, et contient comme annexe un extrait des lois, ordonnances, décrets, qui concernent spécialement le corps du génie.

RECHERCHES

SUR

L'ORGANISATION DU CORPS DU GÉNIE EN ESPAGNE [1]

Par **C. HEYDT**, capitaine du génie, Inspecteur des études à l'École Polytechnique.

COMPOSITION ACTUELLE DE L'ARMÉE ESPAGNOLE.

Sous le rapport militaire l'Espagne est partagée : 1° en possessions péninsulaires comprenant : la Péninsule proprement dite, les îles *adjacentes* (Baléares et Canaries) et les *présides*, c'est-à-dire les établissements militaires sur la côte nord de l'Afrique, et dont Ceuta est le chef-lieu ; 2° en possessions d'outre-mer, comprenant : les îles de Cuba, de Porto-Rico et les îles Philippines.

(1) Estado del cuerpo de ingenieros del ejercito. — Mémorial de Ingenieros. — *Statistique, organisation et institutions militaires de l'armée espagnole*, par le brigadier E.-F. San-Romana. — Paris, 1852, etc., etc.

La Péninsule, y compris les îles adjacentes, est administrativement partagée en 49 provinces (départements); la réunion d'un certain nombre de ces provinces forme un district militaire ou *capitainerie générale*. Il y a 17 districts militaires, dont 12 sont formés par la Péninsule, 2 par les îles Baléares et les Canaries et 3 par les colonies. On a établi tout récemment dans l'organisation militaire de l'Espagne cinq grands commandements militaires auxquels sont subordonnés les districts et qui comprennent chacun un corps d'armée ; voici leur circonscription :

1er Nouvelle Castille et Valence.
2e Vieille Castille et Asturies.
3e Andalousie.
4e Navarre et provinces basques.
5e Catalogne.

A la tête de chacun de ces commandements supérieurs est placé un *capitaine général* (position analogue à celle de nos maréchaux); les districts sont commandés par des capitaines-généraux ou des lieutenants-généraux, et les provinces par des maréchaux-de-camps, des brigadiers ou des colonels. Quand la province renferme une place de guerre de premier ordre, le commandant de la

province est un maréchal-de-camp, qui remplit en même temps les fonctions de gouverneur de cette place.

Les colonies espagnoles sont gouvernées par des capitaines généraux qui réunissent à la fois les pouvoirs militaires et civils; la grande distance des colonies à la métropole et les lois spéciales qui les régissent rendent indispensable cette concentration de l'autorité.

L'administration centrale de toutes les affaires qui concernent l'armée de terre est confiée au ministre de la guerre qui commande l'armée, ordonne et signe au nom de la reine, comme organe responsable du pouvoir exécutif. Les bureaux du ministère de la guerre se composent d'un certain nombre de sections dont chacune a pour chef un brigadier ou un officier supérieur chargé d'une branche du service de l'armée.

Depuis la fin de la guerre du Maroc, l'armée espagnole a subi plusieurs modifications, et actuellement sa composition est la suivante :

Infanterie. 40 régiments à 2 bataillons de 6 compagnies.

1 régiment fijo, à Ceuta, de 3 bataillons à 6 compagnies.

20 bataillons de chasseurs à 8 compagnies.

80 bataillons de *provinciales* (réserve).

Cavalerie.

4 régiments de cuirassiers à 4 escad.
8 *id.* de lanciers *id.*
4 *id.* de chasseurs *id.*
3 *id.* de hussards *id.*
2 escadrons de chasseurs.
4 escadrons de remonte.
3 escadrons pour l'école centrale.

Artillerie.

5 régiments à pied, dont 3 à 2 bataillons et 2 à 3 bataillons, tous à 4 batteries.

5 régiments montés à 4 batteries de 6 pièces chacune.

1 régiment à cheval à 4 batteries de 6 pièces.

1 régiment de montagne à 4 batteries de 6 pièces.

5 bataillons fijos (de garnison) à pied, à 4 batteries.

5 compagnies d'ouvriers.

1 escadron de remonte.

Génie. 2 régiments à 2 bataillons de 6 compagnies chacun.

Gendarmerie. 13 tercios (légions.)
2 compagnies de hallebardiers.
14 escouades de Catalogne.
3 compagnies d'ouvriers d'administration.
11 districts de carabiniers (douaniers).

Les troupes destinées aux îles de Cuba, de Porto-Rico et aux îles Philippines forment une armée tout-à-fait distincte de celle de la métropole.

Ainsi constituée, on peut évaluer la force de l'armée espagnole (1) sur pied de guerre de la manière suivante :

Infanterie.	180,000 hommes.
Cavalerie.	15,000
Artillerie.	13,500
Génie. .	4,500
Total.	213,000 hommes.

(1) Le gouvernemeut vient de soumettre aux Cortès un projet de loi d'après lequel l'effectif normal de l'armée serait porté à 100,000 hommes.

L'armée espagnole ne comprend point de garde; la constitution l'a abolie.

CORPS DES INGÉNIEURS.

La création du corps des ingénieurs espagnols remonte à l'époque de la guerre de la succession d'Espagne; c'est le 17 avril 1711 que sa formation fut décrétée. L'organisation de ce corps présente de grandes analogies avec celle du génie français.

A l'époque ou Philippe V monta sur le trône d'Espagne, les idées françaises durent être en grande faveur, et on conçoit aisément que les institutions du grand règne aient pu servir de modèles à ce pays. Vauban venait de jeter sur le corps des ingénieurs français un si grand éclat, ses méthodes, ses écrits, son immense expérience avaient opéré une si grande révolution dans l'art de construire les places, de les attaquer et de les défendre, qu'il dut trouver des imitateurs dans l'organisation du corps des ingénieurs espagnols. Suivre un tel maître, c'était se donner de solides et durables institutions; aussi ont-elles survécu à toutes les révolutions qui ont depuis bouleversé l'Espagne.

Le corps des ingénieurs comprend :

1° Un état-major;

2° Deux régiments du génie;

3° Un bataillon d'ouvriers du génie à Cuba;

4° Des élèves.

Le personnel du corps a été augmenté par décret royal du 6 juin 1860, et son effectif est actuellement de :

1 lieutenant-général, *ingénieur général.*
3 maréchaux-de-camp, directeurs sous-inspecteurs.
9 brigadiers, directeurs sous-inspecteurs.
18 colonels.
21 lieutenants-colonels.
19 chefs de bataillon.
71 capitaines.
90 lieutenants.

Total. 232.

L'état du corps des ingénieurs espagnols de 1860 (*Estado del cuerpo de ingenieros*) donne un chiffre total plus fort, parce qu'il comprend également les officiers employés aux colonies ou en mission temporaire qui sont hors cadre.

Le nombre des employés du corps, n'ayant pas rang d'officiers, est de :

5 maîtres de construction (maestros-mayores) de 1re classe.

14 maîtres de construction (maestros-mayores) de 2e classe.

37 maîtres de travaux (maestros de obras).

6 chefs d'atelier (maestros talleres).

8 gardes (celadores) de 1re classe.

21 *id.* 2e classe.

36 *id.* 3e classe.

53 concierges.

Dans les possessions d'outre-mer, le service du génie a pour chef : un maréchal-de-camp pour Cuba, un colonel pour Porto-Rico, un brigadier pour les Philippines, auxquels sont adjoints un nombre variable d'officiers supérieurs et autres, et des gardes du génie. Comme les officiers du génie sont chargés dans les colonies d'exécuter tous les travaux publics, on a mis sous les ordres des chefs du service du génie à Cuba et aux Philippines, deux colonels de l'arme avec les fonctions de *directeurs des travaux publics.*

Les compagnies autrefois séparées de mineurs et de sapeurs ont été réunies le 5 septembre 1802 pour former un *régiment de sapeurs-mineurs;* en 1815, on créa dans ce régiment des compagnies de

pontonniers et il prit, en 1828 le nom de régiment pu génie (*regimento de ingenieros*). Son organisation en bataillons, dans chacun desquels il y avait toujours une compagnie de mineurs, une de pontonniers et un nombre variable de compagnies de sapeurs, subsista jusqu'à la fin de la guerre récente du Maroc. Par décret royal du 6 juin 1860, il a été créé un 2ᵉ régiment du génie.

Chacun de ces régiments se compose maintenant de 2 bataillons à 6 compagnies et d'une compagnie de dépôt par bataillon. Les compagnies portent toutes indistinctement le nom de *compagnies du génie* et sont numérotées de 1 à 6 dans chaque bataillon.

L'état-major de chaque régiment comprend :

Officiers :	1 colonel.
	1 lieutenant-colonel.
	1 capitaine trésorier.
	1 lieutenant chargé des fonds de l'administration (*habilitado*).
	1 lieutenant, secrétaire du lieutenant-colonel.
Total.	5

Sous-off. et soldats : 1 tambour major.
2 sergents-majors concierges pour les bureaux et l'école.
2 sergents-concierges id.

Total. 5

L'effectif de chaque régiment, avec son état-major et ses 13 compagnies, est de 1,975 hommes.

L'état-major de chaque bataillon se compose de :

Officiers : 1 commandant.
1 lieutenant adjudant-major.
1 sous-lieutenant adjudant.
1 aumônier.
1 chirurgien.

Total. 5

Sous-off. et soldats : 1 maître armurier.
1 caporal de tambours.
1 caporal de sapeurs.
8 sapeurs (plantons et ordonnances.)

Total. 11

Chacun des bataillons, avec son état-major et ses 6 compagnies, a un effectif de 910 hommes.

En Espagne, les troupes du génie sont toujours sur le pied de guerre, et c'est d'après cela que nous donnons tous nos effectifs. La composition des compagnies est la suivante :

Capitaine.	1
Lieutenants.	2
Total des officiers.	3
Sergent-major.	1
Sergents.	7
Caporaux en 1er.	10
Id en 2e classe.	10
Maîtres-ouvriers.	18
Soldats de 1re classe.	40
Id. 2e classe.	60
Tambours et clairons.	2
Total de la troupe.	150

Les compagnies de dépôt sont formées des hommes hors-rang employés dans les bureaux, à l'académie des ingénieurs, à la brigade topographique, etc.

Par décret royal du 15 septembre 1855, on a

créé un *bataillon d'ouvriers du génie*, tout-à-fait indépendant du régiment et destiné au service de l'arme dans l'île de Cuba.

Ce bataillon est composé de 4 compagnies, dont chacune comprend : un capitaine en premier et un capitaine en second, pris dans le corps du génie; un lieutenant et un sous-lieutenant, pris dans l'infanterie ou parmi les sous-officiers du bataillon ou des régiments de la métropole, parce qu'il n'y a point de sous-lieutenants dans le corps des ingénieurs.

SERVICE DE L'ÉTAT-MAJOR DU GÉNIE.

Pour l'organisation du service (1), on a partagé la Péninsule en autant de *directions sous-inspections* du génie, qu'il y a de capitaineries générales ; les îles adjacentes et Ceuta forment 3 commandances (*commandancias exentos*) extérieures du génie.

Les 12 directions sous-inspections sont :

1. L'Andalousie.
2. L'Aragon.
3. Burgos.

(1) Réglement pour le service du corps du génie espagnol du 5 juin 1839.

4. La Nouvelle-Castille,
5. La Vieille-Castille.
6. La Catalogne.
7. L'Estramadure.
8. La Galice.
9. Grenade.
10. La Navarre.
11. Les provinces basques.
12. Valence.

Chaque direction sous-inspection a pour chef un maréchal-de-camp ou un brigadier du génie, et comprend un certain nombre de chefferies (*commandancias*) qui portent le nom de la localité ayant dans cette chefferie le plus d'importance militaire.

A la tête du corps des ingénieurs se trouve placé un lieutenant-général, appelé ***ingénieur-général***, qui se concerte directement avec le ministre pour toutes les affaires concernant le service. L'ingénieur-général soumet à la reine les nominations et fait la répartition des sous-inspecteurs et chefs du génie dans les directions ; les sous-inspecteurs répartissent eux-mêmes, dans leurs chefferies et d'après les besoins du service, les capitaines, lieutenants et employés subalternes.

Chaque directeur a sous ses ordres un officier

supérieur qui lui est adjoint pour le détail et la comptabilité de la direction, et un capitaine qui remplit les fonctions de secrétaire de la direction. Ces deux officiers sont désignés pour ces emplois par l'ingénieur-général, et sauf circonstances de guerre ou autres, ils sont dispensés de tout autre service.

Le service du génie est chargé de la construction et de la réparation de tous les ouvrages de fortification et bâtiments militaires appartenant à l'État, qui sont destinés à servir de casernes, de pavillons de troupes ou d'officiers, d'hôpitaux, de hangars, de magasins à poudre, et autres magasins contenant du matériel de guerre ou autres objets de service dépendant du ministère de la guerre. Les bâtiments et fabriques d'armes et de munitions, ceux du collége de l'artillerie sont bâtis et réparés par le service de l'artillerie.

Le corps du génie a dans ses attributions l'administration et la comptabilité des travaux qu'il exécute; il partage ces attributions avec l'agence militaire quand les dépenses sont à la charge du budget général de la guerre; dans ce cas, l'agence est chargée de justifier l'emploi des fonds dépensés soit en acquisitions de matériaux, soit en paie-

ments de la solde et des journées d'employés et d'ouvriers.

Autrefois, le génie en Espagne avait une administration séparée ; elle a été fondue depuis dans l'administration générale de l'armée, mais le génie a gardé l'administration de ses établissements et l'emploi des fonds de son budget spécial.

Les projets des travaux sont étudiés et rédigés, avec mémoires, états estimatifs et plans à l'appui, par les officiers en sous-ordre, examinés et apostillés par le chef du génie qui les adresse au directeur sous-inspecteur. Celui-ci les examine et les envoie avec ses notes particulières et un ordre d'urgence à l'ingénieur général.

Tout ce qui concerne le service est concentré à la *direction générale du génie* de Madrid, qui correspond à notre dépôt des fortifications et est placée sous les ordres de l'ingénieur général. La direction générale comprend :

1° Le comité (*junta superior facultativa*);
2° Le secrétariat de la direction générale ;
3° Le dépôt topographique ;
4° Le musée ;
5° La bibliothèque ;

6° Le bureau de la correspondance avec l'étranger.

La *junte supérieure consultative* (comité) est composée :

1° Du colonel, secrétaire de la direction générale ;

2° Du colonel, chef du dépôt topographique et du bureau de la correspondance étrangère ;

3° Du colonel, directeur du musée ;

4° Du colonel, chef de la comptabilité générale;

5° D'un lieutenant-colonel, secrétaire.

Cette junte a pour attributions : l'examen des projets concernant les travaux des fortifications et des édifices militaires qui lui sont envoyés par les directeurs sous-inspecteurs; la direction supérieure des travaux en cours de construction, l'étude des projets concernant la défense générale de la Péninsule et des colonies; l'établissement du budget général et particulier du corps; le compte-rendu des ouvrages, mémoires et manuscrits sur la science de l'ingénieur, qui sont soumis à son examen.

L'ingénieur-général est président de la junte qui travaille sous sa direction et remplit des fonctions analogues à celles de notre comité vis-à-vis du mi-

nistre. L'officier supérieur qui est chargé de la comptabilité de la direction générale est en même temps membre de la junte consultative, afin qu'il puisse soumettre à l'ingénieur-général et à la junte des renseignements sur la comptabilité et sur la marche du service. Quand les projets ont été examinés par la junte, l'ingénieur-général règle la distribution des fonds du budget du corps au ministère de la guerre.

Le service du logement et du casernement des troupes rentre dans les attributions de l'administration militaire. Le corps des ingénieurs est seulement chargé d'entretenir et de réparer les casernements; l'administration, au moyen d'entreprises particulières, fournit la literie et les objets d'ameublement.

On a appliqué de tout temps le système des grandes chambres, et on compte $14^{m.c.}$ d'air par homme dans les casernes. Les chevaux dans les écuries sont espacés de $1^m,35$ en largeur.

Il n'y a pas de règlements qui déterminent la manière dont doivent être examinés les projets des travaux à construire dans la zône frontière; mais le temps a consacré l'usage de soumettre au corps du génie les projets des routes et des voies de com-

munication qui se dirigent vers les frontières de terre et de mer ; celui-ci donne son avis au gouvernement.

Quant aux travaux à faire dans les zônes de servitude, les projets en sont rédigés par une commission d'officiers du génie et d'ingénieurs des ponts-et-chaussées nommée par le gouvernement. Il y a autour des places trois zônes de servitude dont chacune s'étend à 500 varas (420^{m}) et dans lesquelles les autorisations de construire sont accordées dans les mêmes conditions qu'en France. Pour les points fortifiés qui ne sont point classés dans la catégorie des places, il y a deux zônes de 500 varas (420^{m}) chacune. Quand une place a une citadelle, celle-ci a une zône du côté de la ville qui s'étend de 150 à 200 varas (105 à 168 mètres). Toutes les places fortes ont une *zône intérieure* de 100 varas (84^{m}) qui est comptée à partir du pied du talus de rempart.

Les batteries de côté ont également du côté de la gorge une zône de 100 varas (84^{m}).

Le *secrétariat de la direction générale* a un personnel composé de trois officiers supérieurs, de deux capitaines et d'un lieutenant.

Il est chargé, sous les ordres de l'ingénieur-gé-

néral, de centraliser tout ce qui est relatif au personnel et au matériel du corps des ingénieurs et de rédiger les avis de la junte consultative. Ce secrétariat participe à la fois de la direction du service du génie et du dépôt des fortifications en France.

Pour lever les plans des places fortes, des frontières de terre et de mer, il y a une ***brigade topographique*** commandée par un chef de bataillon qui a sous ses ordres deux officiers, des sous-officiers et des sapeurs. Les travaux de cette brigade sont réunis, mis en ordre et placés au ***dépôt topographique***, dont un colonel est le chef.

Le *musée* du génie à Madrid renferme une riche collection de modèles de places de guerre, de systèmes de fortification permanente et passagère, de ponts militaires, de modèles de constructions et de machines. Ce musée comprend aussi un cabinet technologique qui renferme des échantillons de tous les matériaux employés dans les différentes constructions; une galerie des plans en relief.

Comme complément du musée et du dépôt topographique, la direction générale possède une très-belle ***bibliothèque***.

Une dernière dépendance de la direction générale du génie, c'est le ***bureau de la correspondance***

avec l'étranger. On y examine tous les documents et mémoires sur les progrès des sciences militaires en général et spécialement de la science de l'ingénieur et des sciences auxiliaires de cette arme, qui sont adressés par les officiers du génie en mission à l'étranger. Le bureau communique aux directions sous-inspections, à l'académie du génie et aux régiments du génie, les renseignements et les nouvelles intéressantes qui lui ont été adressés. Cette disposition est excellente; par elle, le corps du génie est constamment tenu au courant des inventions, perfectionnements et progrès de l'arme à l'étranger, et ces communications sont à la fois un moyen d'instruction et un stimulant de travail pour les officiers. Le bureau de la correspondance rédige également, d'après les documents qui lui ont été adressés par les officiers de l'arme, le recueil mensuel intitulé : *Mémorial des ingénieurs*, qui paraît depuis 1846, et contient de très bons articles sur le service du génie (1).

Le musée et le bureau de la correspondance

(1) Moyennant une faible cotisation, tous les officiers du génie espagnols sont abonnés au *Mémorial* qui est imprimé à l'imprimerie royale de Madrid, ou, quand faire se peut, à l'imprimerie particulière du corps du génie.

étrangère ont chacun pour directeur un colonel assisté d'un capitaine, tous les deux de l'arme du génie.

Avec la dénomination *d'employés subalternes du corps*, servent, sous les ordres des officiers, deux classes d'individus : les uns destinés à partager la direction des travaux, les autres chargés de tenir la comptabilité de ces travaux pour la part afférente au corps. Ces derniers sont également chargés de veiller à la conservation des fortifications et des édifices militaires. Les premiers sont les maîtres de constructions (*maestros-mayores*) de 1re et 2e classe et les maîtres-ouvriers (*maestros de obras*); les seconds sont les gardes (*celadores*) de 1re, 2e et 3e classe, et les concierges. Nous avons donné plus haut leur effectif.

INSTRUCTION.

Les établissements d'instruction pour former les troupes et les officiers du génie ont été tous réunis à Guadalaxarra. Cette ville sert de garnison permanente aux deux régiments; mais habituellement il y a quelques compagnies détachées à Madrid, à Mahon et à Barcelonne, où elles sont employées aux travaux.

A Guadalaxarra se trouve :

1° L'académie des ingénieurs;

2° L'école pratique des régiments du génie;

3° Les ateliers de construction du matériel;

4° La section des jeunes sapeurs;

5° Le gymnase militaire.

ACADÉMIE DES INGÉNIEURS (1). (*Academia de ingenieros.*)

C'est le 11 juillet 1803 que fut créée l'école spéciale destinée à former des ingénieurs. D'abord établie à Alcala de Henares, elle fut successivement transférée à Cadix, à Grenade et à Madrid, mais en 1833 elle a été établie à Guadalaxarra et y est restée depuis.

L'académie de Guadalaxarra est à la fois une école préparatoire et une école d'application pour former les officiers du génie. On y entre par voie de concours après seize ans accomplis. La durée des études est de quatre années et l'enseignement y est réparti de la manière suivante :

(1) Réglement de l'Académie des ingénieurs du 30 novembre 1857.

1re ANNÉE : *Trigonomètrie sphérique, géométrie analytique, calcul différentiel et intégral, calcul des différences, calcul des probabilités, physique, chimie, géométrie descriptive, topographie.*

2e ANNÉE : *Mécanique rationnelle et appliquée, chimie, minéralogie, géologie, géométrie descriptive, stéréotomie, perspective, gnomonique, topographie.*

3e ANNÉE : *Constructions ordinaires et hydrauliques, ponts, routes, chemins de fer, navigation, systèmes de construction et travaux en mer, charpente et architecture.*

4e ANNÉE : *Artillerie, fortification de campagne et permanente, attaque et défense des places, fortification allemande, architecture militaire, histoire militaire et tactique, reconnaissances militaires, stratégie, castramétation, plans côtés, défilement ; cosmographie, géodésie, mines, ponts, routes,*

Les élèves sont examinés à la fin de chaque cours sur l'enseignement de ces cours; à la fin de la 2e année ils subissent un examen à la suite duquel ils sont nommés sous-lieutenants élèves (*s^e acumnos*).

Alors seulement commencent les études spéciales à l'ingénieur. Dans le cas où un élève n'aurait pas répondu d'une manière satisfaisante aux examens, il est renvoyé comme simple soldat au régiment où il complète les huit années de service auxquels tout élève s'engage envers l'État en entrant à l'académie. Des officiers et cadets des autres armes peuvent, sur la proposition de l'ingénieur général, et avec l'approbation du gouvernement, suivre les cours de 3° et 4° année pour passer dans le corps des ingénieurs, après avoir satisfait comme les élèves aux examens de sortie qui ont lieu à la fin de la 4° année. Ces examens généraux portent sur toutes les parties enseignées pendant les trois dernières années, et servent à établir un classement des élèves par ordre de mérite, qui devient l'ordre d'ancienneté avec lequel ils entrent au service.

L'académie est sous la haute direction de l'ingénieur général ; elle est placée sous l'autorité immédiate d'un colonel, *directeur des études* (Jefe de estudios) qui est assisté d'un lieutenant-colonel ou commandant, chargé de l'administration et de la comptabilité de l'établissement. L'enseignement est fait par 8 capitaines du génie professeurs et 4 lieutenants du génie professeurs-adjoints ; un mé-

decin et un aumônier complètent le personnel de l'académie.

L'établissement possède : des cabinets de physique et de chimie, de topographie et de géodésie, de machines ; une salle d'armes renfermant des modèles de toutes les armes et ustensiles de guerre ; une bibliothèque et une lithographie.

Les élèves ne sont casernés que pendant les deux premières années de leurs études ; dès qu'ils passent officiers ils logent en ville. Le nombre des élèves qu'on admet tous les ans à l'académie n'est pas déterminé ; il dépend des besoins du service et des vacances. En 1860 il y avait dans les 4 divisions 40 élèves ; on reçoit moyennement 10 élèves par an.

L'école pratique du régiment a pour but de donner aux soldats, sous-officiers et officiers du régiment l'instruction pratique nécessaire pour se livrer avec succès aux travaux de l'arme.

Il y a à Guadalaxarra un *polygone* qui est exclusivement à la disposition des troupes du génie et sur lequel elles font leurs diverses écoles pratiques. L'instruction pratique autrefois distincte pour les compagnies de pontonniers, de sapeurs et de mineurs sera dorénavant uniforme pour toutes les compagnies. Pour l'instruction théorique des

troupes il n'y a pas d'écoles régimentaires permanentes ; on se borne seulement à faire aux sous-officiers des *conférences* (conferencias) sous la direction d'un officier pour chaque compagnie. Cette instruction paraît sans doute insuffisante, mais comme en Espagne le corps d'officiers des ingénieurs se recrute exclusivement parmi les élèves de l'académie, on se borne à donner aux sous-officiers une bonne instruction élémentaire. Pour avoir du reste une pépinière de jeunes soldats aptes à devenir de bons sous-officiers, on a créé en 1844 une *section de sapeurs-pupilles* (zapatores jovenes).

Ces jeunes gens forment une compagnie à part pour l'organisation, le régime et la discipline. Le cadre de cette compagnie comprend :

Capitaine. . . .	1.
Lieutenant. . .	1.
Sergent en 1er.	1.
Sergent en 2e.	1.
Caporaux en 1er.	2.
Caporaux en 2e.	2.
Sapeurs	6.
Tambour. . . .	1.
Jeunes sapeurs.	36.

On y admet les jeunes gens âgés de 14 à 16 ans,

de bonne constitution, sachant lire, écrire et les 4 règles de l'arithmétique ; on admet de préférence les fils d'anciens militaires ou d'employés subalternes du corps, mais on reçoit aussi des jeunes gens civils. On s'engage à servir l'État pendant 9 ans à partir de l'âge de 18 ans.

L'instruction des jeunes gens se compose de deux parties : celle qui précède leur engagement consiste à les exercer dans les devoirs de religion, la lecture, l'écriture, la grammaire espagnole, l'arithmétique, le service intérieur, la comptabilité des compagnies, les principes de dessin, le gymnase et le chant. On consulte ces jeunes gens pour savoir dans quelle direction ils désirent continuer leurs études. A ceux qui veulent arriver au grade de sous-officier, on enseigne : la géométrie élémentaire, la calligraphie, le dessin d'architecture et topographique ; le principe de la fortification de campagne et de la fortification permanente; la théorie des sapes, ponts, mines, la comptabilité des travaux. Les élèves qui désirent être ouvriers, apprennent une des professions utiles au service du corps.

(1) *Memorial de ingenieros*, tom IV, 1849.

On a établi en 1847 à Guadalaxarra les ***ateliers de construction*** du matériel du génie (los talleres de ingenieros). Ces ateliers sont sous la direction de 3 officiers du corps et de six chefs d'ateliers pris parmi les sous-officiers ; ils ont pour but : d'instruire les ouvriers du régiment et de les habituer à faire avec les ressources qu'on trouve à la guerre, les travaux nécessaires ; de faire le matériel des équipages de pont, celui des parcs de siége et de campagne, de les réparer et de les conserver en bon état. Il y a généralement dans ces ateliers 80 à 100 ouvriers qu'on renouvelle de temps à autre et dont on envoie un certain nombre dans les compagnies qui doivent être en campagne, C'est donc un établissement analogue à notre arsenal du génie, mais avec un matériel en outils très-restreint. Il se trouve à Guadalaxarra un *parc du génie* et un autre à Barcelone ; ils sont approvisionnés, ainsi que les forteresses, par l'atelier central de Guadalaxarra.

INSPECTIONS GÉNÉRALES.

Tous les ans l'ingénieur général inspecte la direction de Madrid, l'académie, les régiments et les différents établissements qui sont à Guadalaxarra.

A cette époque on réunit le plus grand nombre des compagnies du génie et d'officiers qui se trouvent dans le rayon de Guadalaxarra pour qu'ils puissent assister aux exercices, expériences et simulacre de siége qui se font en présence de l'inspecteur général. On fait un compte rendu de tous ces travaux, d'après les procès-verbaux rédigés par les officiers qui en ont été chargés, et on publie ce compte rendu pour le communiquer aux différentes directions du génie. Les autres directions sont inspectées par les maréchaux-de-camp sous-inspecteurs.

SERVICE DU GÉNIE EN CAMPAGNE.

En campagne le corps des ingénieurs est chargé : d'établir les communications par terre et sur les rivières et fleuves ; de réparer ou de détruire ces communications ; de diriger les travaux d'attaque et de défense des places ; de faire les travaux de fortification de campagne, d'établir les campements. Le génie se concerte avec l'artillerie pour indiquer l'emplacement des batteries et c'est lui qui construit les épaulements et les plateformes des batteries ; cette disposition nous paraît très-logique, car l'emplacement des batteries est étroi-

tement lié au dispositif général de l'attaque ou de la défense et ne peut être changé sans modifier en même temps tout ce dispositif que résume le plan d'attaque rédigé par le commandant du génie de l'armée.

Les troupes du génie espagnol n'ont point d'outils portatifs; les outils nécessaires à une compagnie du génie sont portés à dos de 8 mulets (1). Deux mulets portent chacun deux caisses dans lesquelles se trouve un assortiment d'outils d'art, partagé également entre les deux charges et qui permet de faire travailler 6 forgerons, 6 charpentiers, 6 maçons et 6 tailleurs de pierre. Cinq autres mulets portent chacun : 8 haches, 12 pelles 12 pioches et pics à roc, suspendus symétriquement à deux ellipses en fer accrochées au bât; les manches de ces outils sont passés dans les anneaux d'une courroie en cuir. Le 8e mulet, de réserve, porte quelques outils pour le pétardement. Le poids de 22 gros outils correspond à celui de 8 sacs de soldat chargés.

Si l'on veut envoyer à l'avant-garde un détachement de 22 soldats du génie, ces hommes ôtent leurs sacs, en suspendent 10 aux porte-sacs du

(1) *Memorial de ingenieros*, tom IV, 1849.



mulet à qui on a enlevé les 22 outils, le mulet de réserve en reçoit 4 et chacun des autres mulets qui portent des outils, reçoit une surcharge de 2 sacs. Les sapeurs ainsi débarassés de leurs sacs, passent l'outil dans un porte-outil en cuir retenu par des bretelles et peuvent alors se porter facilement en avant. Les mulets sont chargés d'un poids total de 80 à 100 kilogrammes.

On a adopté en Espagne l'équipage de pont autrichien à la Birago (1), avec cette modification cependant, que les pontons sont en tôle et du système du capitaine belge Thierry. Un équipage de pont pour une compagnie de 150 hommes se compose de :

Voitures de l'équipage de pont.	8 voitures à poutrelles à	6	mulets.
	4 haquets à chevalets à	6	id.
	2 haquets à coffre à . .	6	id.
	1 haquet à forges à . .	6	id.
Voitures du train de transport.	2 voitures à fourrages à	4	id.
	1 voiture d'officiers à .	2	id.
	1 voiture à outils à . .	4	id.
	1 forge à ferrer . . .	2	id.
Total des voitures.	20	Mulets.	110

(1) *Manuel du pontonnier*, par le capitaine du génie espagnol Ybânez et le lieutenant Juan Modet. Madrid, 1853.

Ce matériel conduit par 1 officier, et 62 sous-officiers et conducteurs du train, comprend : 12 corps-morts, 8 chapeaux, 36 pieds de trois grandeurs, 16 faux-pieds, 8 becs de pontons, 7 corps de pontons, 40 poutrelles, 184 madriers, 56 demi-madriers, etc., Cet équipage sert à jeter un pont de :

53^m	de long., de	3^m	de larg. avec	5	cours de poutrelles
ou de :					
66^m	id.	2^m	id.	4	id.
ou de :					
86^m	id.	1^{m}58	id.	3	id.
ou de :					
132^m	id.	0^{m}84	id.	2	id.

En employant tous les supports on peut faire un pont de : 106^m de longueur et de 3^m de largeur.

Pour la guerre dans les pays montagneux, le colonel espagnol Terrer a imaginé un petit équipage de pont portatif (1) qui a été adopté dans l'armée espagnole et avec lequel on peut passer des rivières de 27 à 28 mètres de largeur. Cet équipage pèse en tout 2,425 kil. et est porté à dos de 20 mulets

(1) Voir un très bon ouvrage publié tout récemment par M. N. Valdès, lieutenant-colonel du génie espagnol, sous le titre de *Manuel delingeniero*. Paris, 1860.

auxquels on ajoute 2 mulets haut le pied; chacun des mulets porte de 115 à 120 kilog.

Le service de cet équipage exige un personnel de : 1 officier et 42 hommes, dont un sergent, 1 caporal et 22 hommes employés à la conduite des mulets et le reste à la manœuvre du pont. Cet équipage comprend : 4 corps-morts, 9 chapeaux, 36 pieds de trois grandeurs, 40 poutrelles, 110 madriers, 6 petits madriers, etc.

Il n'y a pas en Espagne de *train* spécial; pour tous les transports du génie, l'administration fournit les bêtes de somme qui sont conduites par des soldats du génie. A cet effet il y a dans chaque compagnie une *section du train* qui se compose de : 1 sergent, 1 caporal et 8 sapeurs, et qu'on dresse pour ce service spécial dont ils sont seulement chargés en temps de guerre; en temps de paix, ils font le service ordinaire des troupes du génie.

Dans la guerre récente du Maroc on s'est servi avec beaucoup de succès d'un petit équipage de ponts de 5 chevalets ordinaires, démontés et portés avec le matériel, les outils et agrès nécessaires à dos de 22 chameaux dont chacun avait en moyenne une charge de 320 kil.

Voici comment étaient répartis les officiers de



l'état-major du génie et les compagnies de sapeurs, à l'armée de Maroc.

Au grand quartier général :

Le commandant en chef du génie de l'armée.

Un major-général, chargé des détails du service.

Deux capitaines, dont un attaché à la personne du commandant en chef.

A chaque corps d'armée et à la division de réserve :

Un officier supérieur, commandant le génie.

Un capitaine-major.

4	compagnies du génie	au 1er corps d'armée.	
1	*id.*	au 2e	—
1	*id.*	au 3e	—
7	*id.*	à la division de réserve.	
1	*id.*	au quartier général.	

Total. 14 compagnies.

FORTIFICATION. — BUDGET DU GÉNIE.

L'Espagne possède un grand nombre de places fortes échelonnées le long des frontières de France, du Portugal et des côtes ; presque toutes ont joué un rôle important soit dans la guerre de la succession d'Espagne, soit pendant l'invasion française

sous Napoléon Ier. La détresse financière qui suivit en Espagne la guerre de l'indépendance, les malheureuses guerres civiles qui accablèrent si longtemps le pays, ne permirent pas de faire pour les fortifications et les bâtiments militaires les dépenses nécessaires à leur bon entretien. Mais depuis que la guerre civile a cessé, on a fait de grands sacrifices pour les réparer, et depuis 1855 le budget annuel ordinaire du génie a varié entre 9 et 11 millions de francs (1) auxquels s'ajoutent des sommes considérables pour dépenses extraordinaires. Les fortifications de Mahon ont commencé cette série de grands travaux qu'on se propose de faire aux places les plus importantes du royaume et dont les dépenses ont été estimées par le ministre de la guerre à une somme de 187,000,000 de francs (2).

Recrutement. — Avancement. — Uniforme.

L'armée espagnole se recrute par voie d'enga-

(1) En 1859, le budget du ministère de la guerre en Espagne a été de : 97,100,915 francs. (*Statistique* de Fr. Kolb.)

(2) En 1858, le ministre de la guerre, maréchal O'donnell, demanda aux Cortès un crédit de 75,000,000 de francs (dont 50 millions pour améliorations et constructions nouvelles de

gements volontaires et par la conscription, parmi les jeunes gens âgés de 20 à 22 ans. Les armes spéciales ont le droit de choisir leurs hommes sur les listes de recrutement et les prennent parmi les ouvriers des professions qui répondent le plus aux besoins de l'arme.

Le service militaire est fixé à 8 ans ; mais les hommes ne restent généralement que 4 ou 5 ans sous les drapeaux. Les 80 bataillons de *provinciales* forment la réserve de l'armée ; ils sont recrutés par le tirage au sort parmi les jeunes gens âgés de 22 à 25 ans ; les cadres de ces bataillons sont toujours en activité et ces bataillons font des manœuvres à des époques fixées par le gouvernement. En temps de paix les hommes des provinciales restent dans leurs foyers, mais en temps de guerre on les appelle sous les drapeaux, alors chaque bataillon prend le nom d'une ville et est formé par les hommes des villes et villages de la province à

fortifications, et 25 millions pour construction de casernes, bâtiments militaires, etc.), à répartir sur huit années. Les travaux projetés concernent surtout les places de : Ceuta, Tarifa. Carthagène, le Ferrol, Santoña, Mahon, Pampelune, Girone, Burgos, Sarragosse. (*Memorial de ingenieros.* 1859, tom XIV).

laquelle il appartient. Le service est également de 8 ans dans les provinciales. La législation sur le recrutement en Espagne a beaucoup d'analogies avec celle qui est en vigueur en France ; mais le remplacement tel qu'il est organisé chez nous, existe depuis longtemps en Espagne; l'État se charge de toutes les formalités du remplacement (1).

L'avancement dans le corps des ingénieurs se fait exclusivement à l'*ancienneté*. Si cette règle est une garantie contre les abus de la faveur, il faut cependant reconnaître qu'elle a l'inconvénient de ne pas récompenser d'une manière équitable le mérite et les services exceptionnels ; aussi l'élude-t-on en partie, en accordant aux officiers du génie un grade honoraire supérieur à celui qu'ils ont dans l'arme, dans l'infanterie.

Ce moyen de satisfaire des ambitions quelquefois très-légitimes a le grand inconvénient, à notre point de vue, de consacrer l'infériorité d'une arme vis-à-vis d'une autre ; mais il peut avoir sa raison d'être en Espagne où le corps des ingénieurs se recrute exclusivement parmi les élèves des écoles

(1) En 1859, le prix d'exonération du service avait été fixé à 8,000 réaux (2,040 fr.).

et où par conséquent nul sous-officier ne peut arriver à la position d'officier dans le corps. Pour récompenser les bons services des sous-officiers des régiments du génie, on leur donne le grade de sous-lieutenant dans l'infanterie et ils en touchent immédiatement la solde. Avec ces avantages, les sous-officiers quittent rarement l'arme et finissent leur carrière soit dans les maestres-mayores, soit dans les gardes du génie.

La moyenne de temps qu'on passe dans les différents grades du corps du génie est :

Lieutenant	7 ans.
Capitaine.	10 ans.
Commandant.	5 ans.
Lieutenant-colonel. . . .	7 ans.
Colonel	8 ans.

Les officiers du génie qui sont employés dans les colonies sont considérés comme hors-cadres et y ont un grade supérieur à celui qui leur correspond dans la métropole. Quand ces officiers rentrent en Espagne ils sont mis en disponibilité ou employés dans des commissions actives jusqu'à ce qu'il se présente une vacance pour leur grade; de là vient qu'il y a tant d'officiers à la suite dans le corps, situation qui s'aggrave encore

par cette autre disposition que le 7e de l'effectif du corps peut être détaché et employé dans la construction des chemins de fer ou aux autres travaux publics et qu'il n'y a point de retraite ou de cadre de réservé pour les généraux, mais qu'ils sont tous en activité de service ou en disponibilité.

L'uniforme des troupes du génie consiste en un habit avec plastron en drap bleu foncé, collets et paréments rouge cramoisi, passepoils écarlates, capote avec colleret couvrant les épaules, boutons à l'empreinte d'une tour surmontée de la couronne royale; shako (*ros*), ceinturon.

Tribunaux du corps.

Pour tous les délits commis dans l'armé, il y a dans chaque direction sous-inspection et pour les deux régiments un tribunal ordinaire (juzgado subalterno). Tous ces tribunaux relèvent d'une cour d'appel (juzgado general y de apelacion en la corte) qui se compose de l'ingénieur général, d'un fiscal, d'un greffier et d'un procureur. Ce pouvoir judiciaire dont sont armés les chefs, offre-t-il de leur part autant de garanties d'impartialité que de ga-

ranties d'obéissance de la part des subordonnés? Nous n'oserions l'affirmer.

Nous venons de parcourir les différentes institutions qui régissent le corps des ingénieurs espagnols. Ajoutons maintenant qu'il règne parmi les officiers de cette arme un esprit de corps excellent qui s'est conservé intact à travers les crises de longues guerres civiles. En Espagne, les jeunes gens de haute naissance et de grande fortune, au lieu de se vouer aux carrières plus faciles de l'infanterie et de la cavalerie, se livrent de préférence aux études sérieuses pour entrer à l'académie des ingénieurs. Par cette émulation, par l'activité studieuse et par l'esprit d'investigation qui dirige les ingénieurs espagnols et leur fait rechercher les missions soit scientifiques, soit militaires dans les camps d'instruction ou dans les quartiers-généraux des armées belligérantes, le corps du génie marche à la tête de l'armée espagnole par la considération qui s'attache à la fois à l'instruction et à l'éducation de ses officiers. Aussi cette arme a-t-elle fourni aux autres carrières de l'État une foule d'hommes distingués.

Après quarante-cinq années de paix extérieure, après les calamités de guerres civiles qui auraient



amené la destruction d'une nation moins fortement trempée, l'armée espagnole a reparu sur les champs de bataille. Dans la guerre du Maroc, un ennemi fanatique et difficile à combattre, un climat rigoureux et sans ressources, un fléau redoutable et des privations nombreuses attendaient dès le début cette armée jeune et inexpérimentée ; elle a surmonté avec abnégation et énergie tous ces obstacles et elle a battu l'ennemi dans toutes les rencontres.

Une bonne part de cette gloire revient à l'arme du génie. Dans un pays sans routes, coupé de profonds ravins et crevassé par des torrents, couvert de forêts et de marais, où il fallait pour ainsi dire marcher la pioche à la main et tout créer, les troupes du génie ont été à la hauteur de la mission difficile que leur avait confiée le chef de l'armée. En créant tout récemment le 2e régiment du génie, le gouvernement espagnol a sanctionné une nouvelle fois la grande utilité de ces troupes et les a récompensées de l'infatigable dévouement qu'elles n'ont cessé de montrer dans cette courte et mémorable campagne.

PRÉFACE.

Cet opuscule est le résumé de quelques leçons sur la résistance des matériaux que je fais chaque année aux élèves de l'école d'application de l'artillerie et du génie.

On n'y trouvera, conformément au programme qui m'est imposé, que les idées théoriques absolument nécessaires. Après avoir exposé les principes généraux d'après lesquels on doit calculer les dimensions des divers organes des machines, je les ai appliqués spécialement aux cas qui peuvent offrir quelque difficulté.

On me reprochera peut-être d'avoir trop sacrifié la théorie à l'expérience ; si je l'ai fait, c'est que le programme de l'école est conçu dans cette idée et qu'en publiant ce travail mon but est d'être utile non pas à des savants auxquels je n'ai rien à apprendre, mais à de simples constructeurs de machines peu familiarisés avec l'analyse transcendante.

E. Clarinval.

Metz, ce 1er octobre 1860.

COURS DE MÉCANIQUE APPLIQUÉE

Par E. CLARINVAL, capitaine d'artillerie, professeur de mécanique appliquée, à l'École de Metz.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX.

PRÉLIMINAIRES.

IMPORTANCE DE L'ÉTUDE DE LA RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX.

L'ingénieur mécanicien doit non seulement savoir disposer convenablement les diverses parties d'une machine, mais encore donner aux organes qui sont fixes, une stabilité parfaite, et à ceux qui sont mobiles des dimensions suffisantes pour fonctionner sans altération, tout en ne dépassant pas, par raison d'économie, les dimensions nécessaires.

Pour arriver à ce but, il faut connaître les propriétés des matériaux que l'on emploie, rechercher avec soin la nature des efforts auxquels doivent résister les diverses parties des machines, et calculer leurs dimensions, de manière qu'elles ne puissent ni se rompre, ni se déformer.

Il suffit de penser aux accidents qu'occasionnent la rupture d'un volant, d'une chaudière, ou l'écrasement des maçonneries d'un édifice, pour comprendre l'utilité de cette partie de la mécanique appliquée qui, sous le nom de *résistance des matériaux*, a pour but de faire connaître les efforts limites de toute nature, que l'on peut faire supporter, avec sécurité, aux diverses parties des constructions. Il ne faudra pas toutefois se croire à l'abri de toute chance de rupture, quand on se sera conformé aux lois qu'elle enseigne ; bien des exemples prouvent le contraire ; les matériaux ont souvent des défauts cachés ; de plus il peut se présenter à un moment donné, des efforts inattendus et hors de proportion avec la résistance de la matière ; mais si l'application de ces principes n'évite pas toute chance d'accident, elle les prévient généralement et sauve toujours au moins la responsabilité de l'ingénieur qui a suivi toutes les précautions réclamées par l'expérience.

CLASSIFICATION DES EFFORTS AUXQUELS LES DIVERS ORGANES DES MACHINES PEUVENT ÊTRE SOUMIS.

Les divers efforts auxquels les organes des ma-

chines peuvent être soumis sont de cinq espèces, on distingue :

1° Les efforts de compression ;

2° Les efforts de traction ;

3° Les efforts de flexion ;

4° Les efforts de torsion ;

5° Les efforts de cisaillement.

Nous allons les examiner successivement et donner les formules pratiques qui règlent les dimensions des pièces qui doivent résister à ces divers efforts, en laissant de côté les détails théoriques qui font, à l'école impériale d'Application de l'artillerie et du Génie, partie du cours de constructions.

CHAPITRE PREMIER,

EFFORTS DE COMPRESSION.

Compression par pressions successives.

EFFETS PHYSIQUES PRODUITS PAR LA COMPRESSION.

Quand un corps est soumis à un effort de compression assez faible, il se refoule peu à peu, ses dimensions dans le sens de l'effort diminuent de plus en plus jusqu'à une certaine limite dite : *limite d'élasticité naturelle*, et si l'on soustrait le corps à l'effort qui le comprimait, il reprend exactement la forme primitive.

Si l'effort de compression dépasse au contraire une certaine valeur, le corps après s'être refoulé, s'écrase et sa rupture présente des phénomènes variables avec sa nature et ses dimensions.

Si les corps sont grenus, comme les calcaires ou la fonte, ils se fendillent, et dans le cas où ils affec-

tent une forme cubique, ils se divisent en pyramides dont la base est à la face inférieure du cube et dont le sommet se trouve à son centre.

Si les corps sont fibreux et si leur longueur excède dix fois le plus petit côté de leur base, il y a d'abord compression, puis flexion et enfin séparation suivant les fibres.

SENS DANS LEQUEL ONT ÉTÉ DIRIGÉES LES EXPÉRIENCES DES INGÉNIEURS.

Les divers ingénieurs qui ont étudié les effets de la compression n'ont eu pour but que la détermination des efforts limites qui produisaient la rupture et de ceux que l'on pouvait faire supporter avec sécurité aux divers matériaux. Il est clair que cette recherche constitue la partie de la question, véritablement utile pour la pratique ; un physicien anglais M. Hodgkinson est, à notre connaissance, le seul expérimentateur qui ait cherché les quantités dont se comprime la fonte sous des efforts de compression gradués.

EXPÉRIENCES SUR LA RÉSISTANCE DES BOIS A LA COMPRESSION DANS LE SENS DES FIBRES.

Rondelet et plus tard M. Hodgkinson ont étudié la résistance qu'offre le bois à des efforts de com-

pression dirigée dans le sens de ses fibres.

Les expériences de Rondelet sur le chêne et le sapin permettent de former le tableau suivant :

Rapport de la hauteur de la pièce comprimée à la plus petite dimension de sa base.	1	12	24	36	48	60	72
Rapport des résistances....	1	$\frac{5}{6}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{24}$
Charge de rupture pour le chêne et le sapin, évaluée en kilogrammes par centimètre carré,.........	420	310	212	132	72	38	17.5

Ces nombres montrent combien la résistance des bois diminue avec leur longueur.

L'examen des constructions bien conservées fit admettre à Rondelet qu'un support en bois ne doit jamais être chargé que du septième de la charge de rupture par compression.

On pourra donc former le tableau suivant :



Rapport de hauteur à la plus grande dimension de la base.	Charge en kilog. par centimètre carré, supportée avec sécurité........
1	60
12	44.3
14	42.0
16	39.4
18	37.0
20	35.0
22	32.7
24	30.3
28	26.0
32	22.0
36	19.1
40	15.4
48	10.2
60	5.4
72	2.5

M. Hodgkinson a fait des expériences plus nom-

breuses que Rondelet ; il a étudié non seulement un très-grand nombre d'essences diverses de bois, mais aussi l'influence de leur état de sécheresse sur la résistance à la compression.

Il ressort de ses travaux que le chêne et le sapin présentent, à l'état de dessication ordinaire, une résistance à peu près égale, ainsi que l'avait trouvé Rondelet, mais que celle du chêne augmente avec la dessication, tandis que celle du sapin reste constante. Concluons de là que, pour les supports en bois, destinés à des constructions permanentes, on devra préférer le chêne.

En désignant par P la charge que l'on peut faire supporter avec sécurité par centimètre carré, *a* et *b* les dimensions de la base du support (*b* étant la plus petite) et *l* la longueur de la pièce, on déduit des expériences de M. Hodgkinson les formules suivantes :

Chêne fort

$$P = 256.5 \frac{ab^3}{l^2}$$

Chêne faible

$$P = 180.0 \frac{ab^3}{l^2}$$



Sapin rouge et blanc fort et pin résineux

$$P = 214.2 \frac{ab^3}{l^2}$$

Sapin blanc faible et pin jaune

$$P = 160,0 \frac{ab^3}{l^2}$$

Il faut remarquer que dans ces formules P est évalué en kilogrammes, a et b en centimètres et l en décimètres.

Il est naturel de se demander si ces formules sont d'accord avec les expériences de Rondelet; elles le sont dans certaines limites et peuvent être employées, quand le rapport $\frac{l}{b}$ est compris entre 12 et 60.

Les pilots, étant soutenus sur toute leur longueur par le terrain et assemblés par leurs têtes dans des chapeaux qui les rendent solidaires, ne doivent pas être assimilés aux supports isolés dont il vient d'être question, l'expérience prouve qu'on peut les charger de 30 à 35 kilogrammes par centimètre carré.

RÉSISTANCE DES BOIS A DES EFFORTS DE COMPRESSION PERPENDICULAIRES A LA DIRECTION DES FIBRES.

La résistance des bois à des efforts de compres-

sion perpendiculaires à la direction des fibres a été peu étudiée, — M. Gauthery recommande, pour la conservation des assemblages, de ne pas les charger de plus de 160 kilogrammes par centimètre carré perpendiculairement à la longuenr des fibres et de 200 kilog, parallèlement à ces fibres. Les charges indiquées précédemment sont inférieures, il est donc inutile de s'occuper de ce refoulement.

RÉSISTANCE DES MÉTAUX AUX EFFORTS DE COMPRESSION.

Les expériences de M. Hodgkinson, ainsi que celles des ingénieurs qui, avant lui, avaient étudié la résistance des métaux aux efforts de compression prouvent :

1° Que la fonte résiste mieux à l'écrasement que le fer ;

2° Que les fontes obtenues à l'air froid ou à l'air chaud offrent une résistance sensiblement égale.

De la première loi bien des auteurs ont conclu, peut-être à tort, que la fonte devait être préférée au fer pour supports verticaux, car les expériences de M. Hodgkinson démontrent que si la fonte offre une plus grande résistance à la rupture, elle se

comprime aussi beaucoup plus que le fer; la déformation étant toujours préjudiciable, on devra au contraire préférer le fer, à moins que l'économie n'ait une grande importance.

On peut citer à l'appui de cette assertion, l'insistance qu'à mise un habile ingénieur, M. Fairbain, pour l'emploi exclusif du fer dans la construction des ponts tubulaires du détroit de Menai.

M. Hodgkinson a établi des formules empiriques représentant parfaitement les résultats de ses expériences; admettant que la charge permanente d'un support métallique ne doit jamais être que le sixième de la charge qui détermine l'écrasement, le savant physicien donne pour les colonnes en fonte pleines à bases plates :

$$P = 1780 \frac{d^{3.6}}{l^{1.7}}$$

pour les colonnes en fonte creuses à bases plates :

$$P = 1780 \frac{d^{3.6} - d'^{3.6}}{l^{1.7}}$$

Dans ces formules,

P est exprimé en kilog.

d diamètre extérieur } en centim.
d' diamètre intérieur }

l, longueur du support, est exprimée en décimètres.

Ces formules contiennent des exposants fractionnaires qui rendent les calculs assez compliqués; aussi paraît-il plus avantageux d'adopter pour les colonnes pleines en fonte et à base plate, la formule suivante donnée par M. Love et qui reproduit très-exactement les expériences de M. Hodgkinson.

$$P = \frac{1250 d^4}{1{,}85 d^2 + 0{,}00043 l^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (t)$$

Si l'on veut établir des colonnes creuses, on calculera d'abord le diamètre d de la colonne pleine de même longueur l, devant supporter l'effort P, puis on cherchera les dimensions d'une colonne creuse qui présenterait une même section horizontale par la relation bien simple :

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4}\left(\delta^2 - d'^2\right)$$

de laquelle on pourra conclure le diamètre intérieur d' en se donnant le diamètre extérieur δ ou inversement δ en se donnant d'.

Il sera avantageux, en général, de n'employer que des supports creux, parce que l'expérience prouve qu'ils résistent bien mieux aux chocs et aux

vibrations qui pourront se produire dans le sens horizontal.

M. Love a représenté, par une formule de la même forme, les résultats des expériences de M. Hodgkinson sur le fer. On a, dans ce cas, pour colonnes à base plate :

$$P = \frac{600d^4}{1.97d^2 + 0.00064l^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

La comparaison des deux formules (1) et (2) montre que, pour l égal ou plus grand que 30 d', les colonnes en fer pourront supporter de plus grandes charges que des colonnes de même diamètre en fonte. Ce fait qui résulte des expériences de M. Hodgkinson était déjà admis par les ingénieurs anglais.

RÉSISTANCE DE MAÇONNERIES AUX EFFORTS DE COMPRESSION.

Les expériences entreprises en France par Rondelet, Gauthey et M. Vicat ont prouvé que :

1° Les qualités physiques des pierres telles que la dureté, le grain, la couleur, la densité... ne sont

pas des indices certains de résistance, et qu'il est bon de recourir à des expériences directes ;

2° Pour des corps semblables et une même nature de pierre, la résistance est proportionnelle à l'aire de la section transversale ;

3° La résistance du cube étant représentée par 1, celle du cylindre, inscrit posé sur sa base est 0,80, celle du même cylindre posé sur l'arète est 0,32 et celle de la sphère inscrite est 0,26 ;

4° La résistance des supports en maçonnerie diminue avec l'échantillon de la pierre.

5° Dans les constructions la charge limite à adopter, est le 20e du poids limite que supporteraient sans s'écraser les matériaux dont elles sont formées.

Le tableau suivant contient les charges qu'on peut avec sécurité faire supporter par centimètre carré aux divers matériaux employés dans les constructions.



NATURE DES CORPS.	CHARGE par centimètre carré.
1° Pierres graniteuses, siliceuses et argileuses.	
Granit dit des Vosges	62k.00
Granit gris de Bretagne	65.00
Granit de Normandie	70.00
Granit gris des Vosges	42.00
Granit très-dur, Blanc ou roussettre	37.00
Grès tendre	0.40
2° Pierres calcaires.	
Marbre noir de Flandre	79.00
Roche de Châtillon, près Paris	17.00
Liais de Bagneux, près Paris, très-dur	44.00
Roche douce	13.00
Roche d'Arcueil, près Paris	25.00
Pierre de Saillancourt, près Pontoise, 1re qualité	14.00
Pierre de Saillancourt, près Pontoise, 2e qualité	12.00
Pierre de Saillancourt, près Pontoise, 3e qualité	9.00
Pierre de Conflans	9.00
Pierre tendre employée à Paris	6.00
Calcaire dur de Givry, près Paris	31.00
Calcaire tendre	12.00
3° Briques.	
Brique dure, très-cuite	15.00
Brique rouge	6.00
Brique rouge pâle	4.00
4° Plâtres et Mortiers.	
Plâtre gâché à l'eau	5.00
Mortier ordinaire	3.50
Mortier en ciment et tuileaux pilés	4.80
Mortier en pouzzolane	3.70
Béton de 18 mois en bon mortier	4.00

Compression par le choc.

MARCHE A SUIVRE DANS L'ÉTUDE DE LA COMPRESSION PAR LE CHOC.

Quoique dans certains cas, les organes des machines soient soumis à des chocs qui tendent à les briser ou tout au moins à les déformer, les effets de la compression par le choc n'ont pas été étudiés.

En suivant une marche tout à fait analogue à celle que M. le général Poncelet a adoptée dans l'étude des efforts de traction, on peut néanmoins jeter quelque jour sur cette partie de la mécanique appliquée.

Les corps se comprimant sous l'action des forces qui les chargent, leur résistance à cette compression développe un travail mesuré, pour chaque élément de la compression totale, par le produit de l'effort exercé et de cette compression. La quadrature des courbes ayant pour ordonnées les efforts exercés et pour abscisses les compressions, donnerait donc la valeur de ce travail pour une compression donnée.

Si l'on effectue cette quadrature, depuis le commencement des allongements jusqu'à celui qui



correspond à la limite de l'élasticité, on aura le travail produit par la résistance du corps dans cet intervalle, et je lui donnerai le nom de Résistance vive d'élasticité par voie de compression.

Si l'on va plus loin, et si l'on pousse la quadrature jusqu'à la charge qui provoque l'écrasement, on aura le travail total nécessaire pour écraser le corps ou la résistance vive à la rupture par voie de compression.

Cela posé, soit pour un support de dimension donnée et dont la compression par des charges successives aura été étudiée ; soit dis-je, T_r la résistance vive à la rupture, il est clair que tout corps de poids P qui, en tombant d'une hauteur H, développera un travail PH égal à T_r brisera le support en question ; on pourra donc à l'aide de l'équation :

$$T_r = PH$$

déterminer de quelle hauteur doit tomber un poids connu P pour briser le support, ou inversement trouver quel sera le poids qui, tombant d'une hauteur connue H, produirait le même effet.

Ainsi, l'étude de la rupture par compressions instantanées peut être ramenée à celle de la rupture par compressions graduées.

EXPÉRIENCES SUR LA COMPRESSION DU PLOMB PAR LE CHOC.

J'ai été amené, dans ces derniers temps, en étudiant les effets des marteaux pilons, à faire un certain nombre d'expériences sur la résistance à la pénétration qu'oppose le plomb à des corps animés de faibles vitesses.

Un marteau pesant 106^{k} tombait d'une hauteur de $0,^{m}20$, sa panne parfaitement plane offrait une section rectangulaire, dont les deux dimensions étaient $0,^{m}07$ et $0,^{m}04$.

J'ai mesuré les enfoncements après 10, 15, 20, 25 et 30 coups; les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant :

NOMBRE de coups	IMPRESSION EN MILLIMÈTRES provenant du nombre de coups indiqué	HAUTEURS de chute équivalentes en mètres.
10	$6^{mill.}50$	2^{m} 032
15	10 » 00	3. 069
20	13 » 00	4. 120
25	15 » 00	5. 190
30	16 » 50	6. 260



Quelques mots sont peut-être nécessaires pour faire comprendre ce que signifient les nombres insérés dans la 3e colonne.

Le marteau, tombant à chaque coup de 0,m20, produisait dans sa chute un travail de 106×0.20 kilogrammètres, et par suite dans 10 coups, un travail de 106×2,00 kilogrammètres. Au bout de 10 coups, le travail produit était le même que si le marteau était tombé de dix fois la hauteur de chute, la hauteur équivalente de chute serait donc 2m,00, si le marteau ne s'enfonçait pas dans l'enclume en plomb; mais dès lors qu'il y a eu enfoncement, la hauteur de chute s'est augmentée à chaque coup de l'enfoncement résultant du coup précédent.

Pour chaque coup de marteau successif, l'enfoncement diminue évidemment suivant une loi inconnue; on peut admettre cependant, sans erreur sensible, que l'enfoncement pendant les 10 premiers coups a été le même dans chaque coup; alors la hauteur équivalente sera :

$$2.00+0.00072+0.00144+0.00216+0.00288+0.00368+0.00432+0.00506+0.00576+0.00648 \text{ ou } 2.03240, \text{ soit } 2^{m}032.$$

Les autres nombres ont été calculés de même.

Une courbe ayant pour ordonnées ces hauteurs de chute équivalentes, et pour abscisses les profondeurs de pénétration, donnera la hauteur de chute nécessaire, pour obtenir, avec le marteau étudié, un enfoncement compris entre $6^{\text{mill.}}50$ et $16^{\text{mill.}}50$.

Cela posé, P étant, en général, le poids du corps qui tombe;

h la hauteur de chute dont il tombe qui est égale à $0^{\text{m}},20$;

s la surface qui frappe l'enclume de plomb;

e la profondeur de l'impression résultant d'un coup;

K la résistance par unité de surface que le plomb oppose à la pénétration.

il est clair que l'on a pour le premier coup :

$$Ph = Kse$$

car le travail de l'action est égal à celui de la réaction.

Le cœfficient K varie avec la vitesse, c'est-à-dire avec la hauteur de chute; si donc on considère le 2e coup où le marteau tombe d'une hauteur $h+0,00072$, le cœfficient K n'a plus la même va-

leur au point de vue mathématique, mais l'expérience ne peut constater une variation sensible que pour des valeurs de h assez différentes, par suite h'', h'', h''', etc., étant les hauteurs successives de chute, et e'' e'' e'''... les enfoncements correspondants, on a :

$$Ph' = Kse'$$
$$Ph'' = Kse''$$
$$Ph''' = Kse'''$$
$$\ldots = \ldots\ldots$$

ou

$$P\Sigma(h) = Ks\Sigma(e'+e''+e''')$$

$\Sigma(h)$ étant ce que j'ai appelé ***hauteur équivalente*** et K ne variant plus qu'avec les enfoncements. La substitution dans cette équation des nombres indiqués précédemment, donne :

K = 11k.25	par millimètre carré	pour un enfoncement de	6	mill	50
= 11.44	—	—	10		00
= 12.00	—	—	13		00
= 13.11	—	—	15		00
= 14.57	—	—	16		50

En traçant une courbe dont les abscisses sont les enfoncements indiqués dans ces colonnes et dont

les ordonnées sont les valeurs de K on a :

K =	11k.25	par millimètre carré	pour un enfoncement de	6 mill	50
=	11.38	—	—	8	50
=	11.44	—	—	10	00
=	11.65	—	—	11	50
=	12.»»	—	—	13	00
=	12.50	—	—	14	00
=	13.11	—	—	15	00
=	14.20	—	—	16	00
=	14.57	—	—	16	50

L'appareil n'a pas permis de donner plus d'extension à ce tableau.

RÉSISTANCE DE L'ÉTAIN A LA COMPRESSION PAR CHOCS.

En faisant tomber le même marteau dans des enclumes en étain, j'ai trouvé les enfoncements suivants pour le nombre des coups désignés dans le tableau ci-joint :

NOMBRE DE COUPS dans chaque expérience	ENFONCEMENTS en millimètres
5	2.00
10	2.50
15	2.80
20	3.00



de la comparaison de ces résultats avec ceux qui sont relatifs au plomb, on peut conclure que le cœfficient K de la résistance qu'offre l'étain, est environ quatre fois plus grand que celui qui se rapporte au plomb.

RÉSISTANCE DU FER CHAUFFÉ AU BLANC SOUDANT A LA COMPRESSION PAR CHOCS.

En répétant les mêmes expériences sur du fer dur chauffé au blanc soudant, j'ai obtenu les résultats suivants :

NOMBRE DE COUPS dans chaque expérience.	ENFONCEMENTS en millimètres
10	4.5
20	5.5
30	6.20

Ces résultats montrent qu'en représentant par 1 la résistance du plomb, celle du fer était, aux enfoncements successifs considérés :

1.4 2.4 2.5

Cette augmentation dans la dureté provient en

grande partie du refroidissement du métal qui, à la fin des expériences, était passé au rouge-clair et elle doit faire conclure que la fréquence des coups est une des conditions les plus essentielles de l'établissement des marteaux.

PROVENANCE DES MATIÈRES SOUMISES AUX EXPÉRIENCES.

Il faudrait indiquer pour compléter cette matière, la composition chimique des métaux soumis aux expériences; n'ayant pas eu à ma disposition les moyens de les analyser, je me bornerai aux renseignements suivants :

Le plomb qui a servi aux observations est connu dans le commerce sous le nom de plomb de France, il est considéré comme assez pur et coûte 63 francs les 100 kilogrammes.

J'ai employé également de l'étain banca, on le paie 375 francs les 100 kilog.; enfin le fer était du fer de bandage fabriqué au marteau pilon à Montigny et très-dur, ainsi que je l'ai montré dans mes expériences sur le forage des métaux.



CHAPITRE II.

EFFORTS DE TRACTION.

Efforts de traction déterminés par des charges successives.

EFFETS PHYSIQUES PRODUITS PAR DES EFFORTS DE TRACTION DÉTERMINÉS PAR DES CHARGES SUCCESSIVES.

Quand un corps est soumis à un effort de traction F, il prend un allongement *i* d'autant plus grand que F est lui-même plus considérable; tant que F est inférieur à une certaine limite, le corps reprend sa forme dès qu'on fait cesser l'effort de traction, mais si F. dépasse cette limite, le corps ne peut plus reprendre exactement ses dimensions primitives et offre toujours un certain allongement.

On dit alors qu'il a dépassé la limite d'élasticité naturelle, et cet état constitue un acheminement vers la rupture qui aurait lieu pour des charges plus fortes.

RELATION ENTRE LES EFFORTS DE TRACTION, LES ALLONGEMENTS ET LA SECTION DU CORPS. EFFORTS PERMANENTS DE TRACTION.

Tant que la limite d'élasticité n'est pas dépassée, l'expérience prouve que l'allongement de l'unité de longueur $\frac{i}{l}$ est proportionnelle à F et en raison inverse de la section ω du corps. On a donc :

$$\frac{i}{l} = \frac{F}{\omega} \frac{1}{E}$$

Le nombre E constant pour un même corps est appelé coefficient d'élasticité.

Au-delà de la limite d'élasticité, $\frac{i}{l}$ croît plus vite que F.

Le temps joue aussi un certain rôle dans l'altération de la forme; il est inutile d'en tenir compte tant que F est très-inférieur à la limite précitée; mais si l'on se rapproche de cette limite, la durée de l'effort ne peut plus être éliminée, aussi ne doit-on jamais faire supporter aux constructions

que des efforts permanents très-inférieurs à cette charge limite.

L'expérience fait admettre que les efforts permanents peuvent être, en général, la moitié de la charge limite dans les cas ordinaires, et le tiers seulement si on a à craindre des vibrations ou des chocs.

L'équation : $\frac{i}{l} = \frac{F}{\omega}\frac{1}{E}$ permet de déterminer, pour les différents corps les valeurs du coefficient E d'élasticité; elles sont contenues dans le tableau suivant :

Chêne............................	1200
Sapin............................	1854
Orme............................	970
Fer............................	20000
Acier d'Allemagne............................	21000
Acier fondu............................	19000
Fonte grise............................	9096
Fil de cuivre étiré............................	12000

Cette même équation permet aussi de trouver l'allongement que subirait un corps de longueur l et de section ω connues, sous l'influence d'une force F.

On a déterminé expérimentalement les efforts de tractions limites que peuvent supporter les diver-

n dit alors qu'il a dépassé la limi
aturelle, et cet état constitue un ac
vers la rupture qui aurait lieu pour
plus fortes.

RELATION ENTRE LES EFFORTS DE TRACTION, LE
MENTS ET LA SECTION DU CORPS. EFFORTS PERM
TRACTION.

Tant que la limite d'élasticité n'est pas d
l'expérience prouve que l'allongement de l
longueur $\frac{i}{l}$ est proportionnelle à F et en r
verse de la section ω du corps. On a donc :

$$\frac{i}{l} = \frac{F}{\omega} \frac{1}{E}$$

Le nombre E constant pour un même co
appelé coefficient d'élasticité.

Au-delà de la limite d'élasticité, $\frac{i}{l}$ croît pl
que F.

Le temps joue aussi un certain rôle dans
ration de la forme; il est inutile d'en tenir
tant que F est très-inférieur à la limite
mais si l'on se rapproche de cette limite,
de l'effort ne peut plus être éliminée
doit-on jamais faire supporter aux co

ses substances par millimètre carré et l'on a trouvé pour :

Chêne	2.00
Sapin	2.17
Orme	2.35
Fer	12.205
Acier d'Allemagne	25.000
Acier fondu	66.000
Fonte grise	6.000
Fil de cuivre étiré	15.000

Ces nombres permettent de calculer la section ω que l'on doit donner à un corps destiné à supporter un effort donné.

Si, par exemple, on suppose une barre de fer soumise à un effort de 4k,200, on conclut que cette barre pouvant supporter par millimètre carré une charge constante de $\frac{12^k,20}{2}$ ou 6 k 10, la section sera de $\frac{42,00}{6,10}$ ou 6,88 millimètres carrés.

EFFORTS DE TRACTION DÉTERMINANT LA RUPTURE. EFFORTS PERMANENTS.

Quelques auteurs présentent autrement cette détermination, ils partent de la charge de rupture et admettent, d'après les expériences des constructeurs, que l'effort permanent peut être de :

$\frac{1}{10}$ de la charge de rupture, pour bois pierres et mortiers.

$\frac{1}{6}$ id. pour métaux.

$\frac{1}{2}$ id. pour métaux.

Le tableau suivant indique les charges de rupture des différents corps par millimètre carré et les charges permanentes qui en résultent.

SUBSTANCES DIVERSES	CHARGE DE RUPTURE (en kilogrammes) par millim. carrés.	CHARGES PERMANENTES LIMITES (en kilogrammes) par millim. carrés.
Sapin	8 à 9 k	0 k. 8
Orme	10 40	1 04
Fer forgé fort	60 00	10 00
Fer étiré	25 00	4 16
Fer en barres moyennes	40 00	6 66
Fonte grise	13 50	2 25
Acier fondu	100 00	16 76
Acier de mauvaise qualité	36 00	6 00
Cordes en chanvre de Strasbourg, de 13 à 14 millim. de diamètre	8 80	4 40
Cordes en chanvre de Lorraine	6 50	3 25
Cordes en chanvre de Strasbourg, de 23 millim. de diamètre	6 00	3 00
Cordages goudronnés	4 40	2 20
Vieille corde	4 20	2 10
Courroie	»	0 20

Ajoutons quelques renseignements importants :

Les chaînes ordinaires offrent une résistance qui est 1,50, celle de fer dont elle est formée; les chaînes étançonnées ont une résistance double.

Les rivets qui réunissent deux plaques et qui tendent à se ployer et à être coupés dans le glissement des plaques, offrent une résistance que l'expérience prouve être sensiblement la même que dans le cas d'une traction longitudinale. (Voyez plus loin le chapitre ou l'on traite la résistance au cisaillement.)

La résistance d'une vis ou d'un boulon dépend du diamètre de son noyau; le fer étant toutefois aigri par le taraudage, on ne doit admettre qu'une charge de 2 à 3^k par millimètre carré; dans toute vis, la hauteur de l'écrou doit être égale au diamètre du boulon et présenter 6 à 8 filets en prise.

Les vis à bois auront 12 filets en prise et ne s'enfonceront jamais en bois debout.

Efforts de traction déterminés par des chocs.

THÉORIE DE L'ÉLASTICITÉ VIVE DE RUPTURE DE M. PONCELET. — APPLICATION A QUELQUES CAS.

M. le général Poncelet a donné une méthode pour calculer le travail mécanique que doivent dé-



velopper les efforts de traction instantanés capables de rompre une pièce d'une dimension déterminée, méthode que nous avons calquée entièrement pour résoudre la même question relativement à des efforts de compression.

M. Poncelet construit une courbe dont les ordonnées sont les charges graduelles auxquelles on soumet un corps par voie de traction et dont les abscisses sont les allongements correspondants ; il est clair qu'en faisant croitre ces charges depuis zéro jusqu'à celle qui provoque la rupture, le travail nécessaire pour briser le corps sera donné par aire de cette courbe.

Ce travail, qu'il appelle résistance vive de rupture, étant désigné par T_r, il est clair que pour qu'un poids P, tombant d'une hauteur H, et supposé attaché à la partie inférieure du corps, amène la rupture il faut que l'on ait :

$$T_r = PH$$

Cette équation permet de déterminer la hauteur dont devra tomber un poids donné P ou le poids P qui devra tomber d'une hauteur connue H pour causer l'effet proposé.

La quadrature de pareilles courbes a indiqué que :

la résistance vive de barres de fer rond de 6m de longueur et de 0,m030 de diamètre est de 19076k, 27

la résistance vive de fils de fer dur recuit est de 0, 500

— *id.* — *id.* non recuit est de . . 0, 6810

Si au lieu de pousser la quadrature jusqu'à la charge correspondant à la rupture, on va seulement jusqu'à celle qui donne la limite de l'élasticité, ou à la résistance vive d'élasticité qui pour les fils de fer recuit égale. . . . . . . 0k, 00662 et pour les fils de fer dur non recuit égale. 0, 00585

On voit que si les fers durs recuits conservent plus longtemps leur élasticité, ils offrent l'inconvénient d'être beaucoup plus fragiles, que les fils de fer durs non recuits, par l'effet des chocs.

CHAPITRE III.

Application des notions précédentes à la recherche des dimensions des diverses parties qui dans les machines sont soumises à des efforts de compression ou de traction.

EXAMEN DE DIVERS CAS : AXES DES TURBINES, TIGES DES PISTONS ET BIELLES DES MACHINES A VAPEUR.

En partant des notions développées précédemment, il n'est pas difficile de déterminer les dimensions des pièces soumises à des efforts de compression ou de traction.

Les diverses turbines offrent des arbres pleins ou creux qui ont à supporter des poids considérables ; il faudra calculer ce poids, et les formules vues au chapitre relatif à la traction ou à la compression, permettent de déterminer leurs dimensions.

Certains organes des machines se trouvent sou-

mis alternativement à des efforts de compression et à des efforts de traction ; on calculera alors leurs dimensions en considérant seulement l'un des efforts, celui de compression, par exemple, parce que tant que les efforts ne dépassent pas ceux qui correspondent à la limite d'élasticité, l'expérience prouve que les compressions résultant d'une certaine force P sont égales aux allongements que la même force accasionnerait dans les mêmes circonstances, par voie de traction.

Il résulte de là que l'on devrait calculer le diamètre de la tige d'un piston de machine à vapeur par la formule :

$$P = \frac{600d^4}{1.97d^2+0.00064l^2} \text{ ...... (Page 19)}$$

Cette méthode donnerait toutefois une dimension un peu faible, parce qu'elle néglige l'influence de l'usé de la tige et des vibrations auxquelles elle doit résister.

Watt avait donné une règle empirique bien simple pour les machines à basse pression ; le diamètre de la tige devait être suivant lui, 1/10 de celui du cylindre, Les constructeurs modernes paraissent suivre une règle également empirique et menant à

des tiges un peu plus fortes; M. Armengaud l'énonce ainsi : « Multipliez la surface du piston (en » centimètres carrés) par la pression de la vapeur » en kilogrammes sur chaque centimètre carré; » divisez le produit par 100, la racine carrée du » quotient exprimera (en centimètres), le diamètre » de la tige du piston. »

Cette règle suppose, bien entendu, une tige en fer forgé; quand on la fait en acier, leur diamètre ne doit être que les 0, 6 du diamètre en fer forgé.

D'après cela un cylindre de 0,m040 de diamètre, marchant à 4 atmosphères, aurait une tige de piston, en fer forgé, d'un diamètre de 0,m072 ou en acier, d'un diamètre de 0,m043.

BIELLES DES MACHINES A VAPEUR.

On sait que les bielles sont des organes qui servent à transformer un mouvement rectiligne alternatif en un mouvement circulaire tantôt continu, tantôt alternatif; ainsi dans les machines à vapeur horizontales, une bielle relie la tige du piston à la manivelle et lui transmet sa puissance motrice en transformant le mouvement de va et vient du piston en un mouvement de rotation continu;

dans les machines de Watt, au contraire, une bielle réunit la tige du piston à l'extrémité du balancier, transforme le mouvement alternatif du piston en un mouvement circulaire également alternatif.

EFFORTS QU'ELLES SUPPORTENT.

Les efforts supportés par la bielle dépendent évidemment de la puissance de la machine, et sont toujours dans un tour du volant de deux espèces différentes.

1° La bielle est soumise à un effort de traction quand le piston s'éloigne du centre de la manivelle ou du centre du balancier;

2° La bielle est soumise à un effort de compression dans la course inverse.

DIVERS MODÈLES DE BIELLES EN FER.

Les bielles sont tantôt en fer forgé, tantôt en fonte ; les premières sont adoptées dans les machines horizontales et dans les machines verticales à directrices, dans les locomotives, en un mot dans toutes les machines à grandes vitesses; les secondes, dans les machines à basse pression de Watt et dans les machines à moyenne pression du système Wolff.

Les deux extrémités d'une bielle ont reçu le nom de têtes, entre ces deux têtes se trouve le corps de la bielle (*fig.* 1).

L'une des têtes forme une sorte de fourche à deux branches ; c'est entre ces deux branches que se place la traverse du piston, l'autre tête se relie, par une simple articulation, avec le bouton de la manivelle. Le corps et les deux têtes sont forgées d'une seule pièce en bon fer nerveux ; la section du corps est circulaire pour la facilité de tournage, mais les têtes ont une section rectangulaire et sont disposées de manière à recevoir des coussinets en bronze que l'on recouvre par des chappes ou brides en fer B retenues à l'aide de clavettes, afin de former ainsi des articulations, soit autour des tourillons de la traverse du piston, soit autour du bouton de la manivelle.

La (*fig.* 2) représente la coupe verticale faite suivant l'axe de l'une des branches de la fourche (1). On voit que les coussinets à joue C sont enveloppés par des brides en fer méplat B, dont chacune est traversée ainsi que chaque branche par la clavette

(1) On a placé toutefois à dessein, dans cette coupe deux contre-clavettes afin de montrer ses divers dispositifs, tandis que la fig. 1, n'en suppose qu'une.

à vis *c* et par deux clavettes à talon *c'* ; on opère à l'aide de ces clavettes la réunion des deux coussinets en ménageant le jeu nécessaire, d'un côté dans l'épaisseur de la bielle et de l'autre dans celle de la chappe; par suite, quand on tourne l'écrou qui fait marcher la clavette *c* taillée en coin, on tend à écarter les clavettes *c'* l'une vient butter contre la tête de la bielle, l'autre contre la chappe et les deux coussinets se rapprochent.

Quelquefois on n'emploie qu'une clavette à vis et une contre-clavette, on a supposé ce système dans la (*fig*. 3). On cache aussi la partie filetée de la clavette à vis et son joint avec les autres clavettes, à l'aide d'une petite boîte en bronze qui sert de point d'appui à l'écrou; enfin il est bon de placer sur les coussinets un godet *g* en cuivre fermé par un couvercle et renfermant une petite mèche qui amène constamment de l'huile sur les tourillons. L'axe de ce godet doit être évidemment vertical, aussi la (*fig*. 1) suppose-t-elle une bielle horizontale.

La bielle dont nous venons de donner la description peut être considérée comme la bielle type employée dans la plupart des machines fixes; néanmoins bien des constructeurs adoptent des formes différentes.

Ainsi l'on rencontrera souvent dans les machines de faible force des bielles dont les têtes entières sont forgées d'une seule pièce avec le corps et dont les coussinets sont ajustés vifs et sans joue (*fig.* 5). On met du reste facilement ces bielles en place; pour cela on monte, sur le tourillon à faire mouvoir, les coussinets qui s'y trouvent maintenus par des embases, on passe la bielle dont l'ouverture qui reçoit les coussinets est naturellement plus grande que les embases, puis l'on introduit une clavette qui entre en partie dans une entaille pratiquée dans le coussinet inférieur et qui rend le tout solidaire. Quand les coussinets sont usés, il faut les rapprocher sans déplacer le centre, on agit alors à la fois sur la clavette et sur une vis de pression *v*.

On emploie encore des bielles fourchues à tête simple, chaque branche (*fig.* 6 et 7), présente un enfourchement dont l'ouverture est tournée en dehors, les coussinets s'y introduisent par le bout et sont retenus par les joues saillantes qu'ils portent de chaque côté. On les serre à l'aide d'une clavette *c* qui s'appuie d'un côté sur le coussinet extérieur et de l'autre sur une contre clavette à talon qui maintient l'écartement des deux par-

ties d'une même branche de la fourche ; la (*fig.* 7) représente les deux fourches coupées par un plan vertical passant par le centre des coussinets.

Les têtes de la bielle sont quelquefois formées par des coussinets en bronze fondus avec des oreilles qui permettent de les réunir à l'aide de boulons. On voit (*fig.* 8), que le coussinet inférieur porte une douille creuse qui s'ajuste à l'aide d'une clavette avec le corps de la bielle. La position du godet graisseur suppose ici que la bielle a une position verticale.

Les bielles employées dans les machines oscillantes des bateaux ont ordinairement une disposition analogue. On sait que dans ce cas c'est la tige du piston qui constitue la bielle proprement dite.

P est la tige du piston (*fig.* 9), un manchon A s'ajuste à l'aide d'une clavette *c* sur cette tige ; sur ce manchon se placent deux coussinets à oreilles C et C', recouverts d'une pièce A' portant godet, et des boulons B et B serrent les coussinets et la pièce A' sur le manchon.

DIMENSIONS DES BIELLES EN FER.

On pourrait calculer les dimensions des corps des bielles en fer d'après les formules exposées

précédemment de manière à les faire résister aux efforts de traction et de compression, mais cette méthode ne tiendrait pas compte des vibrations auxquelles cet organe peut être soumis.

Nous préférons donc faire connaître les règles empiriques adoptées par les constructeurs pour déterminer les proportions de leurs diverses parties.

Le diamètre du corps s'obtient en millimètres en extrayant la racine quarrée de la pression totale évaluée en kilogrammes, et en ajoutant 5 millimètres au résultat.

On a donc en général :

$$d = 5 + \sqrt{P}$$

D'après cela, si la pression totale de la vapeur sur le piston était de 7,569 kilogrammes, comme

$$\sqrt{7569} = 87$$

on donnerait au corps de la bielle un diamètre de 87 + 5 = 92 millimètres.

Ce diamètre ne sera que le diamètre primitif; afin qu'il ne se produise pas de flexion, on devra renforcer la bielle, c'est-à-dire, qu'elle sera renflée

vers son milieu, le diamètre D au milieu sera donné par la formule :

$$D = d\sqrt{\frac{30+r}{30}}$$

r étant le rapport de la longueur de la bielle au diamètre d déjà déterminé pour les parties extrêmes du corps.

Les têtes des bielles contiennent des coussinets dont l'épaisseur doit être suffisante pour qu'ils ne s'ovalisent pas. On peut admettre : $e = 0{,}2\ d'$ (d' étant le diamètre du tourillon serré entre les coussinets) ; la longueur l des coussinets sera celle du bouton de la manivelle ou des tourillons de la traverse du piston.

La largeur L des branches de la fourche sera égale à la longueur des coussinets diminués de deux fois l'épaisseur des joues des coussinets, cette épaisseur peut être de $\frac{1}{10}$ environ du diamètre d' donc,

$$L = l - 0.2d'$$

Les clavettes auront des dimensions qui leur permettront de ne point se rompre. On admettra :

$$\text{Largeur moyenne} = b = 0.35d' + 5$$
$$\text{Épaisseur} = e = 0.25d'$$

On aura pour la distance g à laquelle les clavettes passeront des coussinets :

$$g = 0.5d' + 5 \text{ (en millimètres).}$$

L'épaisseur de la bride en fer est donnée sur l'axe par la formule :

$$E = 0.3d + 2 \text{ millimètres.}$$

Son épaisseur près du coussinet :

$$E' = 0.2d + 2 \text{ millimètres.}$$

Enfin l'épaisseur, près des clavettes :

$$E'' = \frac{d + 10 \text{ millimètres.}}{4}$$

Le tableau suivant déterminera, du reste, les principales dimensions des bielles en fer forgé en fonction du diamètre d' des tourillons qu'elles doivent conduire.

Le diamètre D seul n'y figure pas, parce que sa valeur dépend de la longueur de la bielle.

Ce tableau, ainsi que les détails qui précèdent, sont en partie extraits de la publication industrielle de M. Armengaud.

Dimensions des bielles en fer forgé.

DIAMÈTRE d du tourillon à conduire	ÉPAISSEUR c du coussinet	PORTÉE l du coussinet	double de la SAILLIE s des joues	LARGEUR B des branches	LARGEUR MOYenne des clavettes	ÉPAISSEUR des clavettes	DISTANCE C du trou où passent les clavettes à la surface extérieure du coussinet
25	5	31.2	5.5	26.2	13.7	6.2	17.5
30	6	37.5	6.0	31.5	15.5	7.5	20.0
35	7	43.7	6.5	36.7	17.2	8.7	22.5
40	8	50.0	7.0	42.0	19.0	10.0	25.0
45	9	56.2	7.5	47.2	20.7	11.2	27.5
50	10	62.5	8.0	52.5	22.5	12.5	30.0
60	12	75.0	9.0	63.0	26.0	15.0	35.0
70	14	87.5	10.0	73.0	29.5	17.5	40.0
80	16	100.0	11.0	84.0	33.0	20.0	45.0
90	18	112.5	12.0	94.5	36.5	22.5	50.0
100	20	125.0	13.0	105.0	40.0	25.0	55.0
110	22	137.5	14.0	115.5	43.5	27.5	60.0
120	24	150.0	15.0	126.0	47.0	30.0	65.0
130	26	162.5	16.0	136.5	50.5	32.5	70.0
140	28	175.0	17.0	147.0	54.0	35.0	75.0
150	30	187.5	18.0	157.5	57.5	37.5	80.0
160	32	200.0	19.0	168.0	61.0	40.0	85.0
170	34	212.5	20.0	178.5	64.5	42.5	90.0
180	36	225.0	21.0	189.0	68.0	45.0	95.0
190	38	237.5	22.0	199.5	71.5	47.5	100.0
200	40	250.0	23.0	210.0	75.0	50.0	105.0

Quant à D pour l'obtenir il suffira de multiplier d

Par	1.77	1.153	1.225	1.228	1.353	1.414	1.409
Pour $r =$	5	10	15	20	25	30	35

BIELLES EN FONTE (*fig.* 10, 10 *bis* ET 11).

Le diamètre des extrémités du corps s'obtient, dans la pratique, par la formule :

$$d = \sqrt{\frac{P}{23.6}}$$

d est le diamètre cherché en centimètres.

P la pression maximum en kilogrammes, supportée par le piston.

Dans le cas où le piston aurait un diamètre de $0^{m}50$ et supporterait une pression de 2^{k} par centimètre carré on aurait :

$$P = \frac{3.141 \times 0.50^2}{4} \times 2$$

Les bielles en fonte (*fig.* 11) sont coulées de manière à offrir quatre nervures symétriques par rapport à leur centre, le côté D du carré circonscrit au milieu du corps est calculé par la formule :

$$D = \sqrt{\frac{P}{10}}$$

la largeur l des nervures est constante dans toute la longueur de la bielle et égale $\frac{D}{2}$; la hauteur de ces nervures diminue depuis le milieu de la bielle jusqu'à l'extrémité du corps où elle est nulle.

Les têtes portent des coussinets disposés comme dans le cas des bielles en fer; les deux branches de la fourche présentent à cet effet sur les deux faces opposées (*fig.* 10 et 10 *bis*) une partie dressée sur laquelle s'appliquent exactement des brides en fer F, qui servent à retenir les coussinets en bronze C et C' par lesquels sont embrassés les tourillons de la traverse du piston. Chacune de ces brides est retenue par une clavette ajustée entre deux clefs à talons dirigés perpendiculairement à l'axe de la bielle.

Les dimensions de ces brides se calculent par les mêmes formules que celles des bielles en fer à chappes dont il a été question, il en est de même des autres parties, tout ce qui a été dit précédemment leur est applicable. La *fig.* 12 représente l'attache de la bielle avec le tourillon de la manivelle, en supposant qu'il n'y ait pas de bride en fer ; dans ce cas, le profil de la tête en fonte est une ellipse dont le grand axe est égal à $2,70d+4$ millimètres, et le petit axe à $2,25d+7$ millimètres.

BIELLES EN BOIS.

Dans certaines machines, telles que les scieries, où l'on craint des chocs et des vibrations, on fait des bielles en bois.

Elle se composent d'une verge de bois à la fois dur et flexible, dont la section toujours rectangulaire est un peu plus forte au milieu qu'aux extrémités ; chaque tête est formée par une fourche en fer dont les branches prolongées embrassent le bois sur une certaine étendue et s'y fixent par des boulons, les coussinets sont en bronze sans joue et serrés par une simple clavette qui pénètre légèrement dans l'un d'eux (*fig.* 13).

On calcule la section de ces bielles de manière à ce qu'elles ne supportent que 40 kilog. par centimètre carré.

BRAS DE VOLANTS.

Les bras des volants doivent présenter une section droite assez grande pour résister à l'action de la force centufrige qui tend à les briser par voie de traction : P étant le poids de l'anneau du volant, R son rayon moyen, ω sa vitesse angulaire de rota-

tion, $\frac{P}{g}\omega^2 R$ sera la force de traction à laquelle devront résister les bras et leurs assemblages avec l'anneau.

Cette force étant calculée dans chaque cas particulier, on déterminera les bras de manière à ce que chaque millimètre carré ne supporte qu'un effort de 6^k 10 s'ils sont en fer, et de 2^k 25 s'ils sont en fonte.

TIGES DE MARTEAUX PILONS.

Dans les marteaux pilons, la masse qui constitue le marteau est fixée à la tige du piston du cylindre à vapeur ; cette tige se trouve soumise, dans l'élévation du marteau, à des efforts de traction et, dans sa chute, à un effort de compression par choc et à des vibrations de sens très-variables.

L'expérience seule peut fournir quelques renseignements utiles sur le diamètre à donner à ces tiges. On doit donc rechercher les diamètres des tiges des marteaux pilons établis dans de bonnes conditions, et former une espèce de table qui servira de guide dans les constructions de ce genre de machines. J'ai recueilli dans ce but les données suivantes :

POIDS du marteau en kilogrammes	LOCALITÉS où le marteau est établi	DIAMÈTRE de la tige	OBSERVATIONS
400	Reischoffen.........	0m.06	a toujours bien résisté
500	Hayange............	0.06	id.
1000	Reischoffen........	0.08	id.
1500	Hayange............	0.08	souvent cassée
1500	Ars...............	0.085	a bien résisté
1800	Ars...............	0.085	id.
2400	Munterhausen.......	0.078	souvent cassée
2400	Munterhausen	0.090	résiste bien
3050	Munterhausen	0.084	souvent cassée
3050	Munterhausen.......	0.090	résiste bien
4300	Hayange...........	0.015	souvent cassée

SOCLES OU FONDATIONS ÉLASTIQUES DES MARTEAUX.

Sous l'action du marteau, non-seulement la pièce à forger est comprimée, mais l'enclume, la chabotte et les fondations le sont aussi ; quand le marteau est arrivé au bas de sa course, celles-ci réagissent, la pièce à forger se relève verticalement

et la profondeur de l'impression se trouve augmentée par cette espèce de choc en retour.

Cela posé, si on désigne par m la masse du marteau, et par V sa vitesse, $\frac{1}{2}mV^2$ est le travail de l'action, travail qui sera égal à celui de la réaction, on aura donc :

$$\frac{1}{2}mV^2 = Fe$$

en représentant par F la réaction des parties qui supportent la pièce à forger, et par e le chemin parcouru par cette force ; de là on déduit :

$$F = \frac{\frac{1}{2}mV^2}{e}$$

il est clair que si $e=o$, $F=\infty$; or, la fonte étant très-peu compressible, dans le cas où un ouvrier maladroit ferait tomber le marteau sur l'enclume et non sur la pièce à forger, e serait très-petit, F très-grand, et l'enclume serait brisée, si les fondations n'étaient pas élastiques.

On doit donc placer sous les marteaux des fondations élastiques ; elles sont composées généralement de deux lits horizontaux de poutres de bois de chêne de 0^m,30 à 0^m,40 d'équarissage, se croi-

sant à angle droit et réunies par des boulons; celles-ci reposent sur des pièces verticales de même équarrissage, longues de $0^m,80$, dont l'extrémité inférieure s'appuie sur un nouveau lit horizontal de poutres.

Ce dernier lit est posé sur une couche de sable fin ou de béton, profonde de $0^m,50$.

Ce système de fondations doit être assez large pour dépasser dans tous les sens les pièces du marteau de $1^m,00$ environ, et être contenu dans une espèce de cuve en maçonnerie.

ÉPAISSEUR DES CYLINDRES CREUX SOUMIS A UNE PRESSION INTÉRIEURE.

Quand un cylindre creux, comme celui d'une machine à vapeur, est soumis à une pression intérieure, il tend à augmenter de rayon, et la théorie et l'expérience prouvent que la rupture a lieu suivant une des génératrices. Calculons l'épaisseur e à lui donner pour résister aux efforts de cette pression dont P sera la valeur par unité de surface. Si nous désignons par r le rayon intérieur, et par l la longueur du cylindre, la pression totale sera $P \times 2\pi r \times l$; le rayon r s'allongera de i et $P \times 2\pi r \times l \times i$ sera le travail de la pression.

D'un autre côté, la circonférence s'est allongée de $2\pi i$ et si δ est la plus grande charge qu'on puisse lui faire supporter par voie de traction, en deçà de la limite d'élasticité, le travail résistant développé par les ressorts moléculaires, sera :

$$\delta \times l \times e \times 2\pi i$$

On aura donc :

$$P \times 2\pi r \times l \times i = \delta \times l \times e \times 2\pi i$$

d'où :

$$e = \frac{Pr}{\delta}$$

Cette formule montre que le cylindre est d'autant plus résistant que son rayon est moindre.

La valeur limite de δ est donnée par les tableaux insérés précédemment.

Pour les cylindres des presses hydrauliques, il paraît convenable de faire varier δ de 4,000,000 à 6,000,000 par mètre carré, suivant la qualité de la fonte. En France, on adopte généralement le premier nombre.

Pour les cylindres des machines à vapeur, des tuyaux de conduite, la formule précédente donnerait des dimensions trop faibles ; le travail de la

fonderie et de la construction en général. L'usé possible de la matière, les chances de rupture dans le transport nécessitent l'addition d'une épaisseur e' constante pour chaque espèce de cylindre, à celle qui est donnée par la formule ; ainsi on a en général :

$$e = e' + \frac{Pr}{\delta}$$

ou :

$$e = e' + \frac{10330\, Nr}{\delta} = e' + \frac{5165\, Nd}{\delta}$$

N étant le nombre d'atmosphères de pression effective, et d le diamètre intérieur.

Pour les cylindres des machines à vapeur, on emploie la formule :

$$e = 0{,}01 + 0{,}0065\, Nd$$

qui suppose $\delta = 1{,}000{,}000$ environ.

L'épaisseur des chaudières à vapeur en tôle de fer, doit être calculée, d'après une prescription du gouvernement, par la formule :

$$e = 0^{m}003 + 0{,}0018\, Nd$$

Qui suppose $\delta = 3{,}000{,}000$ et une surépaisseur

constante de 3 millimètres, pour obvier à la détérioration produite par l'action du feu.

L'expérience a fait adopter, pour les conduites d'eau, les proportions suivantes, selon que les tuyaux sont en :

Fer.................	$e = 0^m\ 003 + 0.00086\ Nd$
Fonte................	$e = 0.0085 + 0.00238\ Nd$
Cuivre laminé..........	$e = 0.\ 004 + 0.00147\ Nd$
Plomb................	$e = 0.\ 005 + 0.00242\ Nd$
Zinc.................	$e = 0.\ 004 + 0.00620\ Nd$
Bois.................	$e = 0.\ 027 + 0.\ 0323\ Nd$.
Pierres naturelles........	$e = 0.\ 03 + 0.00363\ Nd$
Pierres factices.........	$e = 0.\ 04 + 0.00538\ Nd$

DIMENSIONS DES BOULONS QUI RÉUNISSENT LE FOND DES CYLINDRES ET LEUR CORPS.

Le fond des cylindres est généralement réuni au corps par des boulons, dont on doit calculer le nombre et les dimensions de manière à résister à la pression intérieure qui tend à les rompre par traction longitudinale.

La poussée est évidemment $\frac{Pd^2}{1.273}$; si on désigne par d' le diamètre des boulons, et x leur nombre, l'aire transversale de l'un d'eux étant $\frac{d'^2}{1.273}$ et le fer pouvant supporter un effort de 6,000,000 par mètre carré, 6,000,000 $\frac{d'^2}{1.273}$ exprimera l'effort de

traction auquel résistera chaque boulon ; on aura donc :

$$x \times 6000000 \frac{d^2}{1.273} = P \frac{d^2}{273}$$

équation qui déterminera le nombre des boulons.

DIMENSIONS DES TIGES DE FER SOUMISES A UN EFFET DE TRACTION DÉTERMINÉ.

Les nombres insérés dans les tableaux donnés à l'article de la traction permettent de résoudre cette question, chaque fois qu'il n'est pas nécessaire de tenir compte du poids des tiges; ce dernier cas se présente souvent pour les machines d'épuisement ; dans les sondages d'une grande profondeur, le poids des tiges est, en effet, trop considérable pour qu'on ne fasse pas entrer son influence dans la détermination de leurs dimensions.

Soient : L la longueur de son diamètre
d son diamètre
P l'effort de traction
p le poids du mètre cube de la tige

la charge totale est :

$$P + Lp \frac{d^2}{1.273}$$

Elle doit être égale à la charge maximum que

l'on peut faire supporter à la tige ; si celle-ci est en fer, on peut, par mètre carré de section, lui faire supporter un effort de 8,000,000$^{k.}$, donc :

$$P + Lp\frac{d^2}{1.273} = \frac{d^2}{1.273}800000$$

d'où :

$$P = \frac{d^2}{1.273}\left(8000000 - pL\right)$$

expression, qui donne la charge P, si l'on suppose d connu, ou inversement d si P est déterminé d'avance.

La charge P serait nulle si :

$$800000 = pL \text{ ou si } L = \frac{8000000}{p} = 1030$$

Cette équation détermine la longueur limite des tiges en fer que l'on peut employer avec sécurité, en leur supposant toutefois une épaisseur uniforme.

On sera obligé, quand on aura à descendre à des profondeurs plus considérables, telles que celle du puits de Grenelle, d'augmenter les dimensions de ces tiges sur la partie supérieure, c'est-à-dire de leur donner une forme conique.

LE CANON ARMSTRONG.

Par **O. PENGUILLY L'HARIDON**, chef d'escadron d'artillerie, conservateur du Musée d'artillerie.

La plupart de nos journaux ont reproduit dernièrement certains passages d'une correspondance de Chine, publiée par le *Times*, au sujet de la nouvelle pièce anglaise connue sous le nom de *canon Armstrong*. Après avoir accepté la supériorité de notre matériel, parlé avec éloge et courtoisie de la valeur de nos officiers et de nos canonniers, le correspondant du journal anglais s'exprime ainsi :

« Ce n'est pas leur faute si le canon Armstrong l'emporte en exactitude, en légèreté, en portée et en effets destructifs ; » et plus loin : « Le canon Armstrong est évidemment la meilleure arme qui

ait encore été employée à la guerre. » L'opinion publique pourrait peut-être se préoccuper de ces assertions, auxquelles nous croyons convenable de répondre.

Quand l'attention de l'Europe fut éveillée sur nos nouvelles bouches à feu, dont l'expédition de Kabilie et la campagne d'Italie venaient de révéler la supériorité, chaque puissance voulut avoir son canon rayé. De tous les côtés apparurent les projets. On se mit sérieusement à l'œuvre ; les essais et les expériences se multiplièrent. Dans ce mouvement général, l'Angleterre ne resta pas en arrière, et, après quelques tâtonnements, un travail d'enfantement assez pénible, le canon Armstrong vint au monde. La commission des officiers anglais chargée des premières expériences lui fut favorable. Les journaux nous apportèrent bientôt des détails intéressants sur ses portées, la justesse, les avantages de son chargement, etc. Cette bouche à feu fut adoptée par le gouvernement anglais. C'est elle qui fait maintenant la campagne de Chine.

Le canon Armstrong est rayé et se charge par la culasse. Le nombre de ses rayures est de 36 ; elles sont séparées entre elles de 3 millimètres, ont une profondeur de 7/10 de millimètre et une largeur de

3 millimètres 1/2. Le pas de l'hélice suivie par les rayures est de 3 mètres 71. La longueur totale de la pièce est de 2 mètres environ, longueur nécessaire pour y trouver celle de l'âme rayée, la place de la chambre qui doit loger la charge et le boulet, enfin la partie du canon destinée à recevoir les pièces nécessaires au chargement par la culasse. Ces pièces sont : 1° l'obturateur, pièce en fer couronnée par un anneau conique en cuivre, s'emboîtant à la manière des soupapes dans un autre anneau, pareillement en cuivre, vissé dans la pièce. Il ferme le fond de la chambre comme le tonnerre dans les canons de fusil. Il peut se retirer et se replacer au moyen d'une poignée et d'une ouverture pratiquée sur le dessus de la pièce ;

2° Une vis puissante dont l'axe est celui de la bouche à feu elle-même et dont le but est de serrer avec force l'obturateur sur le fond de la chambre, pour empêcher le crachement des gaz.

Telles sont les données générales du nouveau canon. Nous nous abstenons d'entrer dans des détails de construction et de dimensions, qui ne sont pas du ressort de cette notice.

Le canon Armstrong lance un projectile de 5 ki-

logrammes 1/2, sa charge est de 900 grammes. Le projectile est creux ; sa forme générale, cylindro-conique. Il est en fonte et disposé d'avance, par une fabrication particulière, de manière à se séparer en quarante-deux segments égaux au moment de son explosion. Une chemise de plomb de 3 millimètres d'épaisseur le revêt complètement en s'amincissant au milieu de la partie cylindrique, afin de diminuer la force du frottement.

Avec la connaissance suffisante que nous avons maintenant du canon Amstrong, chargeons la pièce : nous détournons la vis de deux ou trois tours, nous enlevons l'obturateur. Nous logeons dans la chambre d'abord le boulet, ensuite la charge, en les faisant passer par l'ouverture de la culasse. Nous replaçons l'obturateur ; nous serrons la vis et nous mettons le feu. Que se passe-t-il ?

Les gaz développés par l'inflammation de la poudre chassent avec force le projectile. Le plomb qui lui sert de vêtement en vertu de sa malléabilité, est pénétré profondément par l'intervalle de rayures. Le forcement se fait, il est complet. Le boulet sort le premier, la flamme et la fumée ensuite ; mais il n'en est pas enveloppé. Si la fusée du projectile était dans les conditions ordinaires, elle ne pren-

drait pas feu et le projectile n'éclaterait pas (1). Pour s'assurer de cet éclatement, on a été amené à inventer un système ingénieux, mais trop compliqué pour que nous puissions en donner ici une idée suffisante.

En somme, l'appareil qui sert à mettre le feu à la charge intérieure du projectile se compose de deux fusées : l'une prend feu au moment de l'explosion de la pièce, l'autre au moment du choc du boulet contre l'obstacle qu'il rencontre. La durée de l'inflammation de la première est réglée d'avance sur la distance à parcourir par le projectile. Elles sont toutes deux pourvues d'un appareil percutant, à frappeur et à détonateur.

Nous ne pouvons qu'admirer ce système sous le rapport de l'invention; mais il nous semble d'une construction et d'un emploi difficiles dans la pratique et peu propre à un engin de guerre.

Le projectile du canon français ne présente aucun de ces inconvénients. Son forcement est artificiel ; il est entouré dans l'âme de la pièce par la

(1) On sait que la fusée qui met le feu à la charge du projectile creux et le fait éclater est décoiffée au moment du tir et s'enflamme par le feu de la pièce.

flamme de la charge. Sa fusée prend feu naturellement comme par le passé. Rien n'oblige à des complications nouvelles.

Le projectile Armstrong, par son passage forcé dans l'âme de la pièce, perd une partie de sa chemise de plomb, qui reste dans les rayures. Si la pièce s'échauffe, le plomb s'amollit et l'encrassement augmente. Tous les dix coups, on est obligé d'essuyer la pièce. Est-ce bien l'essuyer tout simplement? N'emploie-t-on pas un certain racloir de de fer pour chasser le métal engagé dans les rayures?

Le canon français n'offre rien de semblable, il n'y a ni encrassement extraordinaire, ni soins particuliers à prendre. L'écouvillon suffit comme autrefois, pour nettoyer la pièce. A Solferino, certains canons ont pu tirer trois cents coups sans qu'on fût obligé d'y toucher.

Arrivons maintenant au tir lui-même, à sa portée, à sa justesse. Toutes les correspondances que nous recevons de Chine sont unanimes pour établir au moins l'égalité, si ce n'est la supériorité du canon français sous ces deux rapports. D'ailleurs nous allons mettre sous les yeux de nos lecteurs les faits incontestés et incontestables qui viennent de se passer au camp de Châlons.

On entoura de planches, dans la campagne, un rectangle de 50 mètres de large sur 75 de long : c'est l'espace couvert, sur le terrain, par un bataillon ployé en colonne par divisions, à distance de peloton. Puis on fit avancer le canon rayé, celui qui fait la guerre en Chine.

De 1,800 mètres à 2,500, sur 150 coups, il y en eut constamment de 110 à 120 dans le rectangle.

A 2,500 mètres, le projectile s'enterre.

A 1,800, il se relève, ricoche et fait un bond de 900 mètres.

A 2,700 et 3,000 mètres, les résultats ne diffèrent pas essentiellement de ceux que nous venons de donner.

Pour le petit obusier de montagne qui ne pèse que 100 kilogr. et fait la charge d'un mulet, le tir à 1,800 est le même que pour le canon rayé.

Les généraux qui suivaient d'un œil attentif ce tir remarquable ont dû se demander où, désormais, on placerait les réserves; à quelle distance l'infanterie serait obligée de déployer ses colonnes, etc., etc.

Le projectile anglais est plus puissant que le nôtre. En effet, il pèse 11 livres et demie; le nôtre 8. Il donne 42 éclats à son explosion, sans compter le

plomb qu'il conserve encore, son culot et sa calotte. Mais voyons où cette supériorité a entraîné.

La force des gaz développés par l'inflammation de la poudre et qui chasse le boulet, réagit avec une énergie égale sur la pièce elle-même et sur son affût. Plus le boulet sera pesant, plus cette réaction sera puissante; plus, si l'on veut conserver une pièce légère, ce qui est le cas du canon Armstrong, il faudra donner de force et de résistance à l'affût, dont on est ainsi amené à augmenter le poids en raison de celui du projectile.

Quant au caisson, il augmente aussi naturellement et son volume et son poids quand les charges augmentent. Le projectile, la charge, la pièce, l'affût et le canon se tiennent ensemble, mutuellement liés par des lois communes et solidaires les unes des autres. On a voulu un projectile puissant, on a un matériel trop lourd. La supériorité de ses effets suffit-elle pour compenser un pareil inconvénient? Nous ne le pensons pas, Dans la guerre et les armées modernes, la légèreté, l'extrême mobilité de la pièce de campagne nous paraissent de toute nécessité. Il faut qu'elle passe partout, qu'elle gravisse les pentes les plus rapides, qu'elle paraisse dans les endroits où on l'attend le moins. Ce sont là des

qualités qui nous semblent préférables aux effets plus ou moins destructifs d'un projectile.

Dans l'expédition actuelle de la Chine, on peut déjà apprécier la différence des deux systèmes. Lors de la prise de Peïho, les deux artilleries étaient en première ligne. Le colonel de Bentzman, qui commandait la nôtre, ouvrit son feu à 1,800 mètres et le continua en s'avançant par demi-batteries. C'est une manœuvre qui demande une certaine régularité d'exécution. Chaque demi-batterie cesse son feu, se porte en avant et le reprend à une distance déterminée par le commandement. Il ne faut pas, pour la bien exécuter, rencontrer de grands obstacles sur sa route, ou du moins le matériel doit être assez léger pour n'en pas être arrêté. Il paraît, d'après tous les rapports que l'on a reçus, que ces mouvements se sont opérés sans grandes difficultés.

Nos pièces étaient attelées de quatre petits poneys du Japon, qui suffisaient à tout, et cependant le terrain était mauvais. Nos hommes avaient de l'eau jusqu'à la cheville, comme le dit aussi le correspondant du *Times*.

Dans ce moment, d'après les termes mêmes de la lettre que cite le *Times*, les pièces anglaises, embourbées jusqu'aux moyeux, tirées à huit chevaux,

de grands chevaux, ne purent sortir des marécages qu'au moyen des cordes et de l'effort de tous les servants.

En résumé, sous le rapport de la justesse du tir et de sa précision, nous renvoyons le lecteur aux résultats du camp de Châlons et à ce que nous disent nos correspondances.

Le projectile anglais est plus puissant que le nôtre, mais cet avantage est plus que compensé par la légèreté et la mobilité de notre matériel, qui se trouve ainsi remplir une des plus importantes conditions de l'artillerie de campagne.

Rétablissons donc les choses comme elles doivent être. La pièce rayée française, dans l'état actuel de la science, donne tout ce qu'on doit attendre d'un canon de campagne, et jusqu'à présent aucune des bouches à feu connues n'a sur elle une supériorité réelle.

O. Penguilly L'Haridon.

Chef d'escadron d'artillerie, conservateur du Musée d'artillerie.

(*Moniteur.*)

CANON CAVALLI.

On s'entretient d'une nouvelle invention du général d'artillerie piémontais Cavalli, bien connu déjà comme inventeur militaire. Il s'agit de canons construits comme suit : c'est une voiture ordinaire à deux roues, avec siége pour trois artilleurs ; de dessous le siége, de l'axe des roues, partent deux bras de fer qui, se réunissant, soutiennent le canon et le mécanisme nécessaire pour le mettre en batterie, pour le pointer de front et aussi dans les deux directions obliques de droite et de gauche. Près du siége sont disposées deux caisses pour les munitions, les instruments de chargement, etc. La voiture, quoique solide, est relativement légère, et peut être traînée, sur les routes ordinaires, par un seul cheval, et sur les plus difficiles routes des montagnes, deux chevaux suffisent. Ce système est considéré comme excellent dans les contrées montueuses. On a commencé à s'en servir dans le royaume de Naples.

CANON LYNALL-THOMAS.

Si nous sommes bien informés, le canon Armstrong a été surpassé en portée et en bon marché, non par la pièce Witworth, mais par un canon tout nouveau. Nous avons, il y a un an, à nos lecteurs, à titre de spéculation scientifique, donné la description d'une nouvelle arme d'artillerie imaginée par M. Lynall Thomas, et qui semblait devoir être supérieure aux pièces Whitworth ou Armstrong. Elle paraissait aussi devoir coûter beaucoup moins d'argent et de temps. Maintenant, on a fait l'essai du nouveau canon. Des expériences faites par ordre du gouvernement ont obtenu, à ce qu'on dit, des résultats vraiment étonnants. Le boulet, qui est de 170 livres pesant, a atteint une portée de 10,000 yards. Les canons Armstrong n'ont jamais, que nous sachions, porté un boulet de plus de cent livres pesant. MM. Horsfall, de Liverpool, sont les fabricants de cette pièce, et ils offrent de fournir au gouvernement, s'il les demande, 50 canons Lynall-Thomas, par mois.

TIR NATIONAL FRANÇAIS.

GRAND PRIX IMPÉRIAL.

Cibles pour toutes les armes indistinctement.

			Ecarts faits ou nombre de cartons touchés.
Gérard, de Paris. — Grand prix : un fusil de chasse du prix de 11,000 fr., offert par S. M. l'Empereur.			004^m,0
Pertuiset, de Chambéry.	1re	mention honor.	006^m,5
Hauser, de Richterweil.	2^e	—	007^m,0
Vagneux, de Paris.	3^e	—	006^m,0
Gillion, de Mons.	4^e	—	011^m,5
Héeren, d'Allemagne.	5^e	—	013^m,0

GRAND PRIX D'HONNEUR.

Cibles pour armes de grande précision et autres indistinctement.

Gilion, de Mons. Grand prix de 10,000 fr. 0^{m}007,5

Gérard, de Paris. 1re prime de 2,500 fr.	8 cart.
Hauser, de Richterweil. 2e prime de 1,500 fr.	7
Knuty, de Bâle. 3e prime de 1,000 fr.	7
Nessler, chef de bataillon, commandant l'École du tir de Vincennes. 4e prime de 600 fr.	4
Beer, de Ménestorf. 5e prime de 400 fr.	4

GARDE NATIONALE.

Cibles pour armes de guerre non rayées, tirant plus au haut point par série de six coups.

Lelièvre, 49e bat., 3e comp. 1er prix de 1,000 fr.	24 p
Codoux, 14e bat., 7e comp. 2e prix de 500 fr.	23
Barras, 29e bat., 6e comp. 3e prix de 300 fr.	20
Tessier, 49e bat., 4e comp. 4e prix de 200 fr.	19
Gavet, 27e bat., 4e comp. 5e prix de 100 fr.	18
Cathala, 32e bat., 4e comp. 1re prime de 200 fr.	»
Bourdon, 49e bat., 2e comp. 2e prime de 150 fr.	»
Audenet, capitaine d'état-m. 3e prime de 100 fr.	»

MENTIONS TRÈS-HONORABLES.

Moisson, 10e bat., 4e comp.	»
Kiffer, 51e bat. 1re comp.	»
Viault, 1er bat., 5e comp.	»
Lepetit, 11e bat., 8e comp.	»
Pernot, 14e bat., 8e comp.	»

MENTIONS HONORABLES.

Richebois, 28e bat., 5e comp. 1re mention.	»

Guibert, 19e bat., 3e comp. 2e mention.		»
Boulingre, 5e bat., 4e comp. 3e mention.		»
Pinard, 52e bat., 1re comp. 4e mention.		»
Raboisson, 49e bat., 2e comp. 5e mention.		»

Cibles pour armes de précision tirant au coup le plus près du centre.

Sauvadou, de Claire-Fontaine. 1er prix de 2,500 fr.	4m	2
Pertuiset, de Chambéry. 2e prix de 1,500 fr.	5	»
Héeren, Allemagne. 3e prix de 800 fr.	6	»
Hauser, de Zurich. 4e prix de 500 fr.	6	8
Kohler, de Boudry. 5e prix de 400 fr.	7	2
Kœchlin, de Villers. 6e prix de 300 fr.	7	»
Gros, de Paris. 7e prix de 200 fr.	7	3
Saint-Pol Petit, de Corbeil. 8e prix de 200 fr.	8	3
Bourdin, de Corbeil. 9e prix de 200 fr.	8	8
Codoux, de Paris. 10e prix de 200 fr.	9	»
Houfroy, de Joinville-le-Pont. 11e prix de 150 fr.	10	2
Beer, de Menestorf. 12e prix de 150 fr.	12	5
Vagneux, de Paris. 13e prix de 150 fr.	13	»
Semelet. 14e prix de 150 fr.	14	5
Vitry, de Montreuil. 15e prix de 150 fr.	14	6
Arnoult. 16e prix de 150 fr.	14	7
Legave. 17e prix de 150 fr.	14	8
Knuty, de Bâle. 18e prix de 150 fr.	15	»
Triboux (Suisse). 19e prix de 150 fr.	15	1
Jansen, de Bruxelles. 20e prix de 150 fr.	15	5
Paradis, de Mons. 21e prix de 100 fr.	15	7
Bargezy, de Soleure. 22e prix de 100 fr.	15	9
Vaudran, de Paris. 23e prix de 100 fr.	16	»
Berthoud, de Paris. 24e prix de 100 fr.	16	5

Gérard, de Paris. 25e prix de 100 fr.	17 »
Ellès, de Paris. 26e prix de 100 fr.	17 3
Lecour, de Crépy-en-Valois. 27e prix de 100 fr.	17 5
Thornbury, Angleterre. 28e prix de 100 fr.	17 6
Denis, de Pameries. 29e prix de 100 fr.	17 8
Wingaertner. 30e prix de 100 fr.	18 5
Leuba. 31e prix de 100 fr.	19 »
Andrié. 32e prix de 100 fr.	19 3
Canat. 33e prix de 100 fr.	19 5
Laurent, de Bruxelles. 34e prix de 100 fr.	20 »
Thonwald, Angleterre. 35e prix de 100 fr.	21 »
Guttinger, de Paris. 1re prime de 200 fr.	8 cart.
Bosquette, de Saint-Quentin. 2e prime de 150 fr.	4
Dalmers, de Melun. 3e prime de 100 fr.	4
Gillion, de Mons. 4e prime de 50 fr.	4

Cibles pour armes de précision, tirant au plus haut point, par série de 5 coups.

Collins, attaché à l'ambassade d'Angleterre. 1er prix de 2,500 fr.	25 p.
Beer, de Menestorf. 2e prix de 1,500 fr.	25
Knuty, de Bâle. 3e prix de 800 fr.	25
Honfroy, de Joinville-le-Pont. 4e prix de 800 fr.	25
Gillion, de Mons. 5e prix de 400 fr.	25
Hauser, de Richterweil. 6e prix de 300 fr.	25
Saint-Pol, de Corbeil. 7e prix de 200 fr.	24
Arnould. 8e prix de 200 fr.	24
Canat. 9e prix de 200 fr.	24
Bourdin, de Corbeil. 10e prix de 200 fr.	24
Sapeine, de Bagnères-de-Bigorre, 11e prix de 150 fr.	24

Kœchlin, de Villers. 12e prix de 150 fr.	24
Gros, de Paris. 13e prix de 150 fr.	23
Jansen, de Bruxelles. 14e prix de 150 fr.	23
Gastinne Renette, de Paris. 15e prix de 150 fr.	23
Lambert, de Mons. 16e prix de 150 fr.	23
Kastly, de Paris. 17e prix de 150 fr.	23
Berthoud, de Paris. 18e prix de 150 fr.	23
Paradis, de Mons. 19e prix de 150 fr.	23
Laurent, de Bruxelles. 20e prix de 150 fr.	23
Denis, de Fameries. 21e prix de 100 fr.	23
Héeren, d'Allemagne. 22e prix de 100 fr.	23
Thévenin, de la Capelle. 23e prix de 100 fr.	23
Schmitt. 24e prix de 100 fr.	23
Tournant. 25e prix de 100 fr.	23
Tréboux, de Suisse. 26e prix de 100 fr.	23
Bourlard, de Bruxelles. 27e prix de 100 fr.	22
Tornbury, de Londres. 28e prix de 100 fr.	22
Talbot, à l'ambassade d'Angleterre. 29e prix de 100 fr.	22
Bosquette, de Saint-Quentin. 30e prix de 100 fr.	22
Capdevielle, capitaine à l'Ecole de tir. 31e prix de 100 fr.	22
Bachelard. 32e prix de 100 fr.	22
Montigny. 33e prix de 100 fr.	21
Charbonnier. 34e prix de 100 fr.	21
Clesse. 35e prix de 100 fr.	21
Dowe. 36e prix de 100 fr.	20
Archibald. 37e prix de 100 fr.	20
Gastinne (J.), de Paris. 38e prix de 100 fr.	20
Granger. 39e prix de 10 fr.	20
Devismes. 40e prix de 100 fr.	

Cibles pour armes non rayées de chasse et autres.

Mérard, d'Ecouen. 1er prix de 1,500 fr.	5 millim.
Noël, de Montfermeil. 2e prix de 1,000 fr.	12
Vagneux, de Paris. 3e prix de 500 fr.	14
Thorailler, de Paris. 4e prix de 300 fr.	16
Jollin, de Bobigny. 5e prime de 200 fr.	18
Baudry, de Paris. 5e prix de 200 fr.	19
Petit, de Gagny. 7e prix de 150 fr.	22
Lejeune, de Paris. 8e prix de 150 fr.	23
Deligny, de Paris. 9e prix de 100 fr.	27
Chésny, de Paris. 10e prix de 100 fr.	30
Aline, de Franconville. 1re prime de 200 fr.	9 cart.
Déjardins, de Paris. 2e prime de 150 fr.	6
Dubois, de Liesse. 3e prime de 100 fr.	6
Muller, sergent à l'Ecole de tir. 4e prime de 50 fr.	2

ARMÉE.

Cibles pour armes de guerre rayées, tirant au plus haut point par série de 4 coups.

GARDE IMPÉRIALE.

(Un livret de 50 francs.)

Vigier, sergent au 1er grenadiers.
Laffont, grenadier, 2e bat., 4e comp.
Maurienne, sergent, 2e grenadiers.
Durieux, sergent-major, 2e grenadiers.
Ricard, grenadier, 3e rég., 1er bat., 2e comp.
Daboval, grenadier, 3e rég.

Laroche, caporal aux zouaves.
Savary, zouave.
Drapé, brigadier, 1er bat., 7e comp. (gendarmerie).
Amann, gendarme, 2e bat., 7e comp.
Mallet, no mle 62, dragons de S. M. l'Impératrice.

1er CORPS D'ARMÉE.

(Un livret de 50 francs.)

Galland, garde de Paris, 1er bat., 3e comp.
Béranger, garde de Paris, 1er bat., 3e comp.
Robin, garde de Paris (à cheval), 3e escadron.
Chappoton, sapeur-pompier.
Gaudet, sergent, 5e bat. de chasseurs.
Pétry, chasseur, 5e bat.
Grandvincent, chasseur, 11e bat., 1re comp.
Durand, chasseur, 19e bat., 2e comp.
Mouton, grenadier, 6e de ligne, 3e bat.
Arcade, caporal, 33e de ligne.
Sirven, fusilier, 33e de ligne.
Pelet, grenadier, 34e de ligne, 2e bat.
Caumel, sergent, 34e de ligne.
Dorfler, clairon, 37e de ligne.
Hazard, sergent, 44e de ligne.
Nectoux, caporal, 44e de ligne.
Bonnieu, caporal de voltigeurs, 45e de ligne.
André, fusilier, 45e de ligne.
Bazet, fusilier, 49e de ligne.
Valette, fusilier, 49e de ligne, 2e bat., 3e comp.
Spengler, sergent, 56e de ligne.
Labbé, grenadier, 56e de ligne, 1er bat.

Dallot, voltigeur, 97e, 1er bat.
Délamon, caporal, 2e de ligne (école de gymn
Folzan, canonnier, 2e rég. d'art., 10e batterie.
Bailly, maréchal-des-logis, 18e d'artillerie.
Cautru, cavalier de 1re classe, 5e chasseurs.

(Une montre en or.)

Beckaert, sergent, 37e de ligne.
Scaglia, sergent, 49e de ligne.

TIR AU PISTOLET.

PREMIER PRIX, — *au meilleur carton sans é*

M. Branicki, de Paris. Une boîte de pistolets francs. — Une paire de revolvers dans leur 200 francs.

DEUXIÈME PRIX, — *au meilleur carton avec é*

M. Radoux, de Paris. Une boîte de pistolets de 80

TROISIÈME PRIX, — *au point le plus rapproché d*

PREMIÈRE MENTION TRÈS-HONORABLE.

M. le comte Douhet, de Paris.

DEUXIÈME MENTION TRÈS-HONORABLE.

M. Vigourox, de Paris.

TIR A L'ARC.

Aux coups les plus rapprochés du centre (tir horizontal).

	Distance du centre.	
Solavin, de Montreuil. 1er prix de 100 fr.	0,006m	fort.
Bégat, de Joinville. 2e prix de 100 fr.	0,007	
Chevalier, de la 1re de Montreuil. 3e prix de 100 fr.	0,009	
Renaud, de Saint-Mandé. 4e prix de 100 fr.	0,009	faible.
Forestier, de Neuilly-sur-Seine. 5e prix de 100 fr.	0,010	
Poiré, de Montmartre. 6e prix de 100 fr.	0,010m	7 points.
Saulnier fils, de Paris. 7e prix de 100 fr.	0,010	fort.
Braud, 2e de Bagnolet. 8e prix de 100 fr.	0,012m	2 points.
Lancezeux, de Claye. 9e prix de 100 fr.	0,013	
Gosset, de Joinville-le-Pont. 10e prix de 100 fr.	0,013	fort.
Risselin, de Montmartre. 11e prix de 50 fr.	0,014m	8 points.
Sellier, de Lyvry. 12e prix de 50 fr.	0,014m	8 points.

Louette, de Neuilly-en-Telle. 13ᵉ prix de 50 fr.	9,015	
Pelletier, de Charmantray. 14ᵉ pirx de 50 fr.	0,015	
Chauffourier, de Montjay-la-Tour. 15ᵉ prix de 50 fr.	0,015	
Liénard fils, comp. d'Ulysse, de Paris. 16ᵉ prix de 50 fr.	0,015	
Poivre, de Gonesse. 17ᵉ prix de 50 fr.	0,015	fort.
Pain, de la 2ᵉ de Nogent-sur-Marne. 18ᵉ prix de 50 fr.	0,015	
Graindorge jeune, de Belleville. 19ᵉ prix de 50 fr.	0,017	
Louvelle, de Neuilly-sur-Seine. 20ᵉ prix de 50 fr.	0,018	faible.

PRIME DE 400 FR., *pour le plus grand nombre de coups dans un cercle de 0ᵐ25 centimètres de diamètre.*

Partagée entre :

Solavin, de Neuilly-sur-Seine. — 9 coups.
Forestier, de Montreuil. — 9 coups.

PRIME DE 200 FR., *pour le plus grand nombre de coups dans un cercle de 0ᵐ40 centimètres de diamètre.*

Partagée entre :

Pelletier, de Charmantray. — 14 coups.
Chollet, de Neuilly. — 14 coups.



PRIME DE 150 FR., *à la compagnie venant du point le plus éloigné.*

A la société de Tourcoing.

PRIME DE 150 FR., *à la compagnie ayant fourni le plus de tireurs.*

A la société de Montreuil-sous-Bois.

TIR VERTICAL OU A L'OISEAU.

M. Motte, de Tourcoing. 1er prix de 200 fr.
M. Vaureux, de Tourcoing. 2e prix de 100 fr.
M. Bourier, de Tourcoing. 3e prix de 100 fr.
M. Bulteau, de Paris. 4e prix de 50 fr.
M. Bulteau, de Paris. 5e prix de 50 fr.
M. Desurmont, de Tourcoing. 6e prix de 50 fr.
M. Motte, de Tourcoing. 7e prix de 50 fr.

DONS VOLONTAIRES.

Cibles de la garde nationale.

	Points obtenus.
Pitoux, garde national, 8e bat., 5e comp. Prix unique : Pistolets offerts par M. Lepage.	19 p.

Armes de précision tirant au coup le plus rapproché du centre.

	Ecarts faits.
Kœchlin, de Villers. La coupe de Wisserling.	6^{mm},5
Honfroy, de Joinville-le-Pont. Pistolets de Gastinne Renette.	7^{mm},»
Vaudrân, de Paris. 100 fr. offerts par M. Droche.	8^{mm},»

Armes de précision tirant au plus haut point.

Knuty, de Bâle. 1er prix : la coupe de Saint-Amarin.	0^{m},066
Pertuiset, de Chambéry. 2e prix : pistolets de M. Chassebœuf.	0,^{m}061
Honfroy, de Joinville-le-Pont. 3e prix : 100 francs donnés par M. Macé de Lyon.	0^{m},062

TIR A GRANDE DISTANCE (600 mètres).

Armes de longue portée, tirant au plus haut point par série de 5 coups.

	Points obtenus.
Bailly, capitaine de chasseurs à pied, de la commission permanente du tir, à Vincennes, 240 fr.	14 p.



200 fr. à partager entre :

Nessler, chef de bataillon, commandant l'École normale de tir, à Vincennes.	12 p.
Et Knuty, de Bâle.	12 p.

ERRATA DU N° 5. (1860.)

Par suite de circonstances indépendantes de notre volonté, les épreuves de l'article sur les *canons rayés*, inséré dans le n° 5 du *Journal des Armes spéciales*, n'ont pas été corrigées avec tout le soin nécessaire. Nous déférons à la demande de l'auteur, en indiquant ci-après les principales fautes à corriger.

Pages	lignes	AU LIEU DE :	LISEZ :
184	15	$4.934 \frac{D^2}{H^2}$ = *constant*	$4.935 \frac{D^2}{H^2}$ = constante.
«	18	$\frac{D}{H} = \frac{D}{H'}$	$\frac{D}{H} = \frac{D'}{H'}$
186	11	*générations*	génératrices.
«	20	$\sqrt{}$	$\sqrt{D'}$
189	8	$\frac{\rho}{\rho'}$	$\frac{\rho'}{\rho}$
190	24	*ne sont plus que des modèles*	ne sont plus des modèles.
192	20, 21 et 23	U	*v*
193	22	$\frac{\sqrt{D'}}{H}$	$\frac{\sqrt{D'}}{H'}$
194	1	$\frac{\sqrt{D}}{H'}$	$\frac{\sqrt{D}}{H}$

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans le XIVe volume de la 4e Série

DU

JOURNAL DES ARMES SPÉCIALES.

N° 4.

JUILLET ET AOUT 1860.

Planches :

N° 5.

SEPTEMBRE ET OCTOBRE 1860.

Planches :

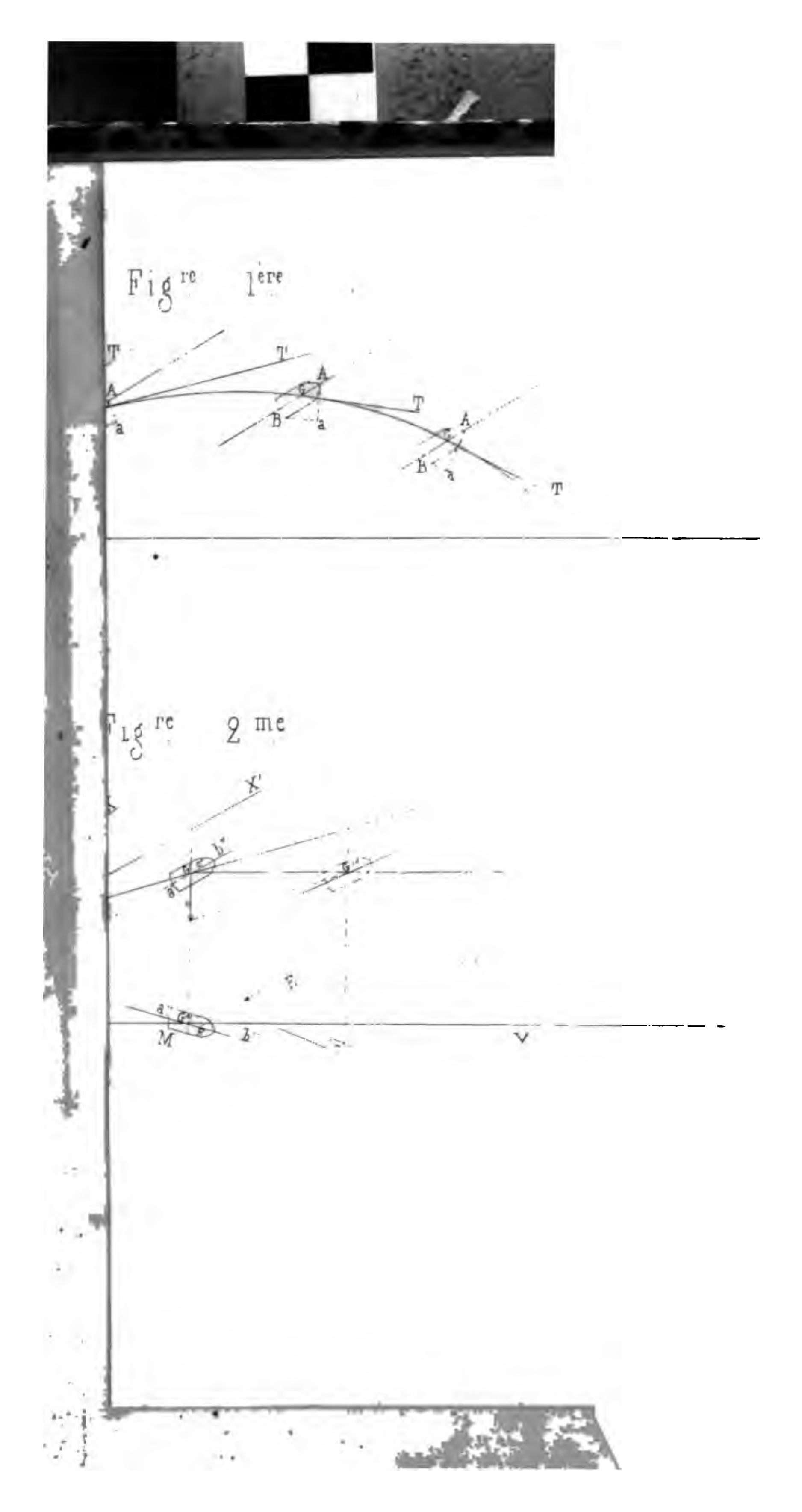
N° 6.

NOVEMBRE ET DÉCEMBRE 1860.

Planches :

FIN DE LA TABLE DU TOME XIV.

Sceaux, imprimerie de E. Dépée.



Figre 1ere
T
T'
A
T
a
B
a
A
T
B
a
T
Figre 2me
X'
b'
a'
a'
M
b
V



e $\frac{1}{8}$

...le.
...dans les petites Barres B.I et B.O.
...sselotte.



